

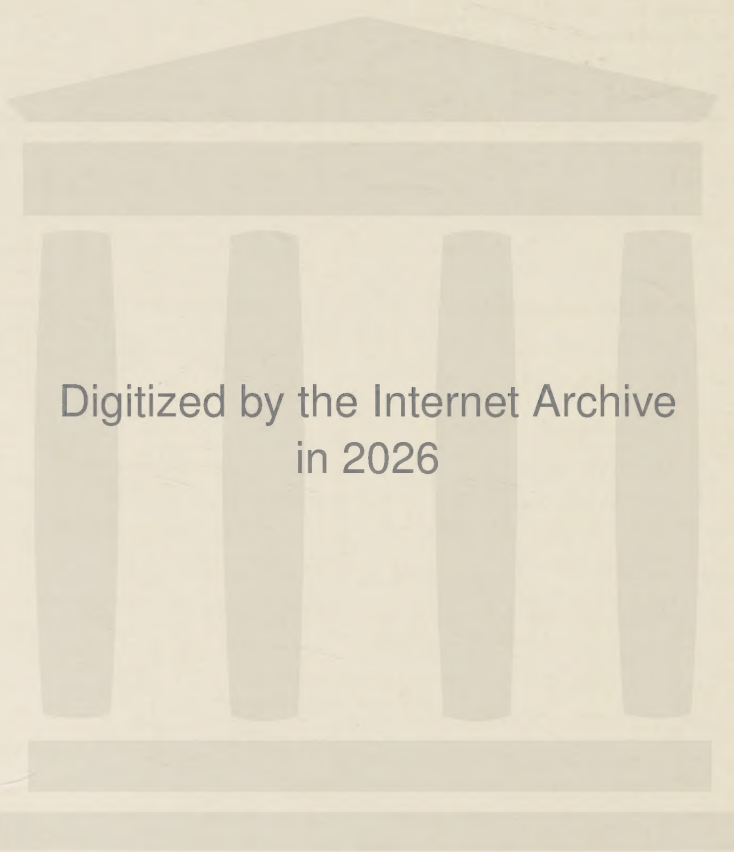
**BEURTEILUNG VON ZÜCHTERISCHEN
MÖGLICHKEITEN ZUR VERBESSERUNG
QUANTITATIVER UND QUALITATIVER
EIGENSCHAFTEN BEI EUROPÄISCHER LÄRCHE
(LARIX DECIDUA MILL.)**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Wilfried Dietze

Dezember 1974

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551925_0033

**BEURTEILUNG VON ZÜCHTERISCHEN
MÖGLICHKEITEN ZUR VERBESSERUNG
QUANTITATIVER UND QUALITATIVER
EIGENSCHAFTEN BEI EUROPÄISCHER LÄRCHE
(*LARIX DECIDUA* MILL.)**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Wilfried Dietze

Dezember 1974



1. Berichterstatter: Professor Dr. H.J. Fröhlich
2. Berichterstatter: Professor Dr. J. Huss

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Februar 1975

V o r w o r t

Für die Überlassung des Themas der vorliegenden Arbeit danke ich Herrn Landesforstmeister Professor Dr.H.J. F r ö h l i c h, Leiter der Hessischen Landesforstverwaltung. Seine ständige Aufmerksamkeit und seine Anregungen waren mir für die Vollendung der Arbeit eine wertvolle Hilfe.

Die Planung der Züchtungsprogramme, Anlage der Versuchsflächen und die ersten Erhebungen an dem Untersuchungsmaterial sind vom Hessischen Institut für Forstpflanzenzüchtung durchgeführt worden, das bis 1968 von Herrn Professor Dr.Fröhlich geleitet wurde. Während dieser Zeit hat er sich eingehend mit der Entwicklung der Versuchsanlagen beschäftigt und mir anschließend das Material zur Weiterbeobachtung und Auswertung übergeben. Auf Grund seiner speziellen Kenntnisse über die Versuche konnte er mich auch in schwierigen Einzelfragen unterstützen, wofür ich mich ebenfalls herzlich bei ihm bedanken möchte.

Die Zusammenstellung des II. Internationalen Lärchen-Provenienzversuchs erfolgte auf Initiative und Betreiben von Herrn Professor Dr.R. S c h o b e r, ehemaliger Direktor des Instituts für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Forstlichen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen. Für die Überlassung wichtiger Daten der Herkunftsorte und Erntebestände danke ich ihm sehr.

Bei statistischen Auswertungen haben mich Herr Landforstmeister Dr.J. K l e i n s c h m i t und Herr Oberforstmeister Dr.D. B e r g e l, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. C - Forstpflanzenzüchtung und Abt. A - Ertragskunde beraten, wofür ich ihnen danke.

Mein Dank gilt allen Mitarbeitern der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt, insbesondere denen des Instituts für Forstpflanzenzüchtung, deren Einsatz zum Fortgang meiner Arbeit beigetragen hat. Dem Leiter dieses Institutes, Herrn Landforstmeister Dr.H. W e i s s g e r b e r, danke ich für sein Verständnis und die Unterstützung meiner Bemühungen, diese Arbeit fertigzustellen. Namentlich darf ich

auch Fräulein E. B ö d e n und Frau U. K i e n e sowie den Herren
Forstamtman H. J. R a p p und H. H u s c h e n b e t h danken.

Schließlich möchte ich der Gesellschaft für wissenschaftliche Da-
tenverarbeitung in Göttingen für die Bereitstellung der Rechenan-
lagen zur Durchführung der Auswertungen meinen Dank sagen.

I n h a l t

		Seite
1	Ziel der Untersuchungen	1
11	Bisherige Ergebnisse der Lärchenzüchtung	1
12	Problemstellung	3
2	Versuchsgrundlagen	4
21	Standorte	4
22	Material	8
221	Bestandes- und Einzelstammabsaaten	8
2211	Handelssaatgut	8
2212	Provenienzen (Bestandesabsaaten)	9
2213	Einzelstammabsaaten	11
222	Plantagensaatgut	12
2221	Freie Abblüten von Samenplantagenklonen	12
2222	Nachkommenschaften aus kontrollierten Bestäubungen	12
2222.1	Kreuzungen	12
2222.2	Selbstungen	14
2222.3	F ₂ -Nachkommenschaften	14
223	Vegetative Vermehrungen	15
2231	Stecklinge	15
2232	Pfropflinge	15
23	Versuchsanlagen	16
3	Untersuchungsmethoden	17
31	Merkmalserfassung und Bonitiermaßstäbe	17
311	Quantitative Merkmale	17
3111	Höhe und Brusthöhendurchmesser	17
3112	Vorratshaltung	17
312	Qualitative Merkmale	18
3121	Schafhaltung	18
3122	Kronenform und -stellung	19
3123	Beastung	19
313	Bestandessoziologie	21
314	Fruktifikation	21
315	Schäden	21
32	Auswertungsmethoden	22

	Seite
4	Versuchsergebnisse 25
41	Provenienzversuch 25
411	Höhenentwicklung 25
412	Durchmesserentwicklung 28
413	Volumen des Kreisflächenmittelstammes 32
414	Adaptationsfähigkeit der Herkünfte 34
415	Schätzwerte für die Heritabilitäten der quantitativen Eigenschaften 44
416	Wuchsform 47
4161	Schafthaltung 48
4162	Kronenform und -stellung 56
4163	Beastung 58
4164	Bestandessoziologie 65
4165	Fruktifikation 68
4166	Schäden 70
42	Einzelstammabsaaten 73
421	Höhenentwicklung 73
422	Durchmesserentwicklung 77
423	Volumen des Massenmittelstammes 80
424	Wuchsform 82
4241	Schafftform 82
4242	Sonstige qualitative Merkmale 83
43	Vergleich der Wuchsleistung der Sudetenlärchen auf verschiedenen Standorten 84
44	Plantagensaatgut 91
441	Höhenentwicklung 91
4411	Freie Abblüte einzeln beernteter Samenplantagen- klone 91
4412	Kreuzungen 94
4413	Selbstungen 102
4414	Vergleich zwischen Nachkommenschaften aus freier Abblüte, Kreuzungen, Selbstungen und Handelssaatgut 106
4415	F ₂ -Nachkommenschaften aus abgestuftem Verwandt- schaftsgrad der Eltern 117
4416	Vegetative Vermehrungen 121
442	Durchmesserentwicklung 121
443	Wuchsform 122
4431	Schafftform 122
4432	Schäden 125
45	Beziehungen zwischen quantitativen und qualitativen Merkmalen 125
46	Zusammenfassung von Versuchsergebnissen 127

		Seite
5	Diskussion	129
51	Beurteilung von züchterischen Möglichkeiten bei europäischer Lärche	129
52	Folgerungen aus den Ergebnissen verschiedener Züchtungsverfahren für die Praxis	142
53	Plusbaumauswahl und Frühdiagnose	147
54	Vorschläge für die Herkunftswahl	149
6	Zusammenfassung	151
7	Literatur	153

1 Ziel der Untersuchungen

11 Bisherige Ergebnisse der Lärchenzüchtung

Die vielseitigen waldbaulichen Eigenschaften und holztechnologischen Verwendungsmöglichkeiten der europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.) haben dazu beigetragen, daß diese Baumart in erheblichem Umfang außerhalb ihrer natürlichen Verbreitungsgebiete angebaut wurde. Wegen ihrer Raschwüchsigkeit und Blühwilligkeit im Jugendstadium war die Lärche aber auch frühzeitig Gegenstand züchterischer Untersuchungen.

Bereits an den ältesten bekannten Lärchenversuchen in Österreich (1887) und in der Schweiz (1900) wurde beobachtet, daß Sudetenlärchen raschwüchsiger waren als die mitangebauten Alpenlärchen, daß sich höhenzonale Verschiebungen zwischen Herkunfts- und Anbauort nachteilig auf das Wachstum der Prüflieder auswirkten, und daß sich Nachkommenschaften in ihrer Wuchsform ähnlich verhielten wie die Erntebäume (CIESLAR 1899; ENGLER 1905; TSCHERMAK 1935). Daraus wurde gefolgert, daß sich die Erbanlagen des Saat- bzw. Pflanzgutes neben Standortverhältnissen und Bestandesbehandlung auf den Anbauerfolg auswirken (CIESLAR 1895; BURGER 1935).

Die genetische Differenzierung der europäischen Lärche auf Grund ihrer geographischen Verbreitungsgebiete (RUBNER 1934) mit unterschiedlichen klimatischen Verhältnissen wird an Hand der Ergebnisse zahlreicher seit der Jahrhundertwende bis zur Gegenwart angelegter Provenienzversuche (Zusammenstellung SCHOBER 1958) offensichtlich . Herkünfte aus dem Sudetengebiet sind fast immer den mitangebauten Provenienzen der übrigen Areale in Höhenwachstum und Massenertrag überlegen (CIESLAR 1914; RUBNER 1938; DENGLER 1942; FISCHER 1949/50; SCHMIDT 1955; SCHOBER und FRÖHLICH 1967; MERKEL 1971 u.a.). Die Variation der Höhenwuchsleistung ist aber auch zwischen Provenienzen eines Teilareals erkennbar, z.B. bei alpinen Herkünften (SCHOBER 1958) oder bei der polnischen

Lärche (HAASEMANN und SCHÖNBACH 1970). Ebenso läßt sich für das Höhenwachstum eine Abhängigkeit zwischen Seehöhe des Herkunfts-ortes und des Anbauortes nachweisen (RUBNER 1941; BACHLER 1969). Als Ursache für das überlegene Leistungsvermögen der Sudeten-lärche wird ihr physiologisches Verhalten angesehen (MÜNCH 1933; LANGLET 1938; SCHREIBER 1940).

Auch bei der Ausprägung qualitativer Merkmale sind herkunfts-spezifische Eigenschaften zu erkennen. Durch die Einwirkung von Umwelteinflüssen - Standort und Bestandesbehandlung - wird jedoch der genetische Anteil an der Entwicklung der Wuchsform oftmals überdeckt, so daß für die Beurteilung von Erntebeständen stets Nachkommenschaftsprüfungen herangezogen werden sollten (LEIBUNDGUT und KURZ 1952).

An Untersuchungen auf Populationsebene schließen sich Züchtungsarbeiten mit ausgewählten Einzelbäumen an. Der wohl älteste Bericht über die Ergebnisse von Einzelbaumauslesen und deren Nachkommenschaftsprüfungen bei Lärche stammt von KRÖMMELBEIN (1888). Die vom züchterischen Standpunkt her auf die Individualselektion gesetzten Hoffnungen zur Verbesserung von Ertrag und Resistenzverhalten haben zur Anlage von Plusbaumsamenplantagen geführt.

Die vorzüglichen Wuchsleistungen der in Schottland natürlich entstandenen Dunkeld-Hybride (HENRY and FLOOD 1919) - ein Artbastard zwischen *L.leptolepis* und *L.decidua* - geben den Anstoß für gelenkte Kombinationsversuche zwischen Lärchenarten. In zahlreichen Fällen werden Nachkommenschaften gefunden, die auch den reinen Arten in Wuchsleistung und Resistenzverhalten nachweislich überlegen sind. Die Ursachen dieser Überlegenheit lassen sich auf besondere Kombinationseignung der Kreuzungspartner und auf die größere Heterozygotie der Bastarde zurückführen (LANGNER 1951; SYRACH-LARSEN 1956; DIMPFLMEIER 1958).

Als bedeutsam für die Lärchenzüchtung erweisen sich die übereinstimmenden Ergebnisse der in mehrjährigem Abstand wiederholten

Aufnahmen derselben Versuchsflächen. Danach erscheint zur Beurteilung der Entwicklung der Prüfglieder ein etwa 10-15jähriger Beobachtungszeitraum nach der Auspflanzung als ausreichend (TROEGER 1962; SCHÖBER und FRÖHLICH 1967; SCHÖNBACH und HAASEMANN 1970).

12 Problemstellung

Durch Züchtung ist bei den Waldbaumarten eine Steigerung, Verbesserung und Sicherung des Holzertrages zu erreichen. Die Erkenntnisse aus Provenienzversuchen finden in der Praxis bereits entsprechende Berücksichtigung. Allerdings besteht oftmals die Neigung, den Aussagewert eines örtlichen Versuchs zu überschätzen und seine Ergebnisse verallgemeinernd großräumig zu übertragen. Voraussetzung für diesen letztgenannten Schritt muß die vorherige Überprüfung des Adaptationsverhaltens der Herkünfte sein.

Die Möglichkeiten von Selektion und Kombination auf Individual-ebene werden bisher kaum genutzt. Mit Hilfe dieser Züchtungsmethoden ist es aber möglich, einen wesentlichen Beitrag zur Verwirklichung der allgemeinen, in Forstgesetzen verankerten Forderungen nach Erziehung gesunder und leistungsfähiger Wälder zu liefern. Die Basis der Züchtungsarbeiten sind ausgesuchte Herkünfte und Bestände, in denen Einzelbäume auf Grund ihrer phänotypischen Eigenschaften ausgewählt werden. Für die Beurteilung der genetischen Anlagen dieser Individuen müssen Testprogramme durchgeführt werden, die von der Prüfung der Kombinationseignung der Eltern bis zur Ermittlung des Anbauwertes der Nachkommenschaften reichen. Als Ergebnis werden der Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage erarbeitete Verfahren zur Erzeugung hochwertigen Saat- und Pflanzgutes bereitgestellt.

Die Auswertung von Teilflächen des II.Internationalen Lärchen-Provenienzversuches 1958/59, von Nachkommenschaftsprüfungen an Einzelbäumen und Samenplantagen sowie von speziellen Züchtungsprogrammen ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Es sollen Beiträge und Lösungsmöglichkeiten zu folgenden Problemen dargelegt werden:

1. In welchem Maße wirken sich bestimmte Züchtungsverfahren auf die Steigerung und Verbesserung von quantitativen und qualitativen Eigenschaften bei der europäischen Lärche aus?
2. Wie sind mit wissenschaftlichen Methoden der Forstpflanzenzüchtung erzielte Leistungssteigerungen in wirtschaftliche Verfahren bei der Bereitstellung von Lärchensaat- und -pflanzgut umzusetzen?
3. Wie sind Plusbaumauswahl nach phänotypischen Eigenschaften und der Aussagewert von Frühdiagnosen bei Provenienz- und Nachkommenschaftsversuchen bei Lärche zu beurteilen?
4. Welche Provenienzen der europäischen Lärche sind für den Anbau in Hessen und auf vergleichbaren Standorten zu empfehlen?

2 V e r s u c h s g r u n d l a g e n

21 Standorte

In der Zeit von 1960 - 1969 hat das Hessische Institut für Forstpflanzenzüchtung 19 Versuchsflächen zur Provenienz- und Nachkommenschaftsprüfung von Lärche angelegt. Die Auswahl der Standorte ist im Anhalt an die Richtlinien zur Standortskartierung und Betriebsplanung im hessischen Staatswald erfolgt (unveröffentlichte Arbeitsanweisungen der Hessischen Forsteinrichtungsanstalt in Gießen, 1961 und 1963). Ein erheblicher Anteil der Flächen befindet sich auf Buntsandstein, daneben sind aber auch Schiefer-, Kalk-, Basalt- und Diluvialböden erfaßt (Tab. 1).

Die höhenzonale Verteilung der Versuchsorte erstreckt sich von der planaren bis zur obermontanen Stufe, wobei die Mehrzahl der Flächen entsprechend den orographischen Verhältnissen der hessischen Waldfläche im submontanen und montanen Bereich liegt.

Tab. 1 Standortsangaben der Anbauorte
Nr. 50 - 59 Provenienzversuch
Nr. 100 - 108 Nachkommenschaftsprüfung

A. Provenienzversuch

Nr.	Versuchsfläche Forstamt, Abt.	Anlage- jahr	Seehöhe m	mittl. Temperatur		mittl. Niederschlag	Grundgestein	Bodentyp	Bodenwasser- haushalt ¹⁾	Tropische ¹⁾
				J °C	VZ (V-IX) °C	J mm				
50	Thiergarten, 45 b	1961	395 - 415	7,2	14,0	760	Oberer Buntsandstein	Pelosoł-Braunerde und Pelosoł-Pseudogley	betont frisch/ wechselfeucht	eutroph
51	Thiergarten, 76 a	1961	520 - 540	7,0	13,5	815	Mittlerer Buntsandstein	Braunerde-Podsol	mäßig frisch bis mäßig trocken	oligotroph
52	Thiergarten, 105 b	1961	840 - 860	5,0	11,8	1100	Basalt	Braunerde	frisch	schw. eutroph
53	Großenlüder, 69 a	1961	420	7,3	13,5	650	Basalt	Braunerde	mäßig trocken/ trocken	gut mesotroph
54	Nentershausen, 94 a	1961	375	7,0	13,8	690	Unterer Buntsandstein	Podsolige Braunerde	mäßig frisch	mesotroph
55	Hanau, 25 a	1961	440	9,5	16,2	565	Diluvialer Sand	Podsoline Braunerde	mäßig frisch	mesotroph
56	Meißner, 14 a	1961	430	6,8	13,2	780	Unterer Buntsandstein mit Basalt	Braunerde/Parabraun- erde	frisch	meso- bis schw. eutroph
57	Hatzfeld, 166 a	1961	450 - 480	7,2	13,5	790	Tonschiefer und Grauwacke	Podsolige Braunerde	mäßig frisch	schw. mesotroph
58	Großenlüder, 10 a	1961	440	7,3	13,5	650	Mittlerer Buntsandstein	Podsol-Braunerde	mäßig trocken	mesotroph
59	Badenstein, 29	1961	140 - 180	8,6	15,2	615	Zechstein	Pelosoł	(mäßig) frisch	eutroph

1) nach Hess. Standortsbewertungsverfahren

B. Nachkommenschaftsprüfung

Nr.	Versuchsfläche Feldst. Amt, Abt.	Anlage- jahr	Seehöhe m	mittl. Temperatur J °C	VZ (V-IX) °C	mittl. Niederschlag J mm	VZ (V-IX) mm	Grundgestein	Bodentyp	Bodenwasser- haushalt	Trophie 1)
100	Gahrenberg, 103	1960	380	7,1	13,9	770	370	Mittlerer Buntsandstein mit Löß	Pseudogley	wechselfeucht	mesotroph
101	Bad Sooden-Allendorf, 127 e	1964	350	7,5	14,2	800	370	Unterer Buntsandstein mit Löß	Braunerde	frisch	mesotroph
102	Meißner, 14 a	1964	430	6,8	13,8	780	380	Unterer Buntsandstein mit Basalt	Braunerde/Pra- braunerde	frisch	meso- bis eurytroph
103	Oedelsheim, 40 b	1964	270 - 300	7,5	13,9	780	370	Mittlerer Buntsandstein	Podsolige Braun- erde	mäßig frisch	schw. meso- troph
104	Burghaun, 88 a	1969	340	7,5	13,6	670	350	Mittlerer Buntsandstein mit Löß	Podsolige Braun- erde	mäßig trocken	eurytroph
105	Gahrenberg, 65 b/67 a	1969	270	7,2	13,8	780	370	Mittlerer Buntsandstein mit Löß	Pseudogley- Praebraunerde	frisch/ mäßig frisch	mesotroph
106	Hombressen, 177 d,e	1969	220 - 240	7,6	14,2	750	355	Löss	Praubraunerde	frisch/feucht	eurytroph
107	Hombressen, 182 b	1969	270	7,8	14,4	730	355	Löss	Pseudogley- Praubraunerde	frisch	gut mesotroph
108	Thiergarten, 188 c	1969	920	4,6	11,1	1100	500	Basalt	Braunerde	frisch	schw. autroph

1) nach Hess. Standortsbewertungsverfahren

Die Bodenwasser- und Nährstoffverhältnisse der Versuchsorte sind ebenfalls nach dem hessischen Standortskartierungsverfahren eingeschätzt worden. Danach wird der Geländewasserhaushalt wie folgt definiert (auszugsweise):

<u>Bezeichnung</u>	<u>Charakterisierung</u>
frisch (1)	auf meist tiefgründigen Böden guter Wasserspeicherung und günstiger Durchlüftung; in ebenen und schwach geneigten Lagen
betont frisch (2)	wie 1; sehr gute Wasserspeicherung; evtl. mit Hangwasserzuzug; Unter- bis Mittelhanglagen
mäßig frisch (3)	von 1 unterschieden durch abnehmende Wasserspeicherung des Bodens oder reliefbedingte Abflußverluste; Mittelhanglagen und schwach ausgeprägte Rücken
mäßig trocken (4)	von 3 unterschieden durch noch höhere Abflußverluste und noch geringere Wasserspeicherung des Bodens; Rücken, Kuppen etc.
feucht (5)	durch zusätzliche Bodenwasserführung (Hang- und Grundwasser) sehr günstig durchfeuchtet und gut durchlüftet; Mulden, Tallagen etc.
wechselfeucht (6)	durch gehemmte Bodenwasserbewegung jahreszeitlicher Wechsel zwischen oberflächennaher Vernässung und mehr oder weniger normaler Durchfeuchtung (Feuchtphase vorherrschend); Lagen wie bei 1.

Die Beurteilung der Trophiestufen wird an Hand des jeweiligen pflanzensoziologischen Vegetationstyps (Waldgesellschaft) vorgenommen. Eingehende bodenchemische und -physikalische Analysen sind nicht durchgeführt worden.

Insgesamt repräsentieren die ausgewählten Versuchsflächen die lärchenfähigen Anbauorte in Hessen. Daneben sind aber auch bewußt Orte mit der europäischen Lärche nicht zusagenden Standortverhältnissen ausgesucht worden, um das Verhalten der Prüfglieder unter extremen Bedingungen beobachten zu können.

22 Material

Die vorliegenden Untersuchungen basieren auf den Provenienz- und Samenplantagenprogrammen des Hessischen Instituts für Forstpflanzenzüchtung. Das Versuchsmaterial umfaßt Bestandes- und Einzelbaumabsaaten, Beerntungen frei abgeblühter Samenplantagenklone sowie Nachkommenschaften mit unterschiedlichen Verwandtschaftsgraden aus kontrollierten Kreuzungen. In geringem Umfang sind auch vegetative Vermehrungen vertreten. Die nachfolgende Einteilung der Prüfglieder ist unter dem züchterischen Gesichtspunkt der Einengung der genetischen Variationsbreite des Ausgangsmaterials vorgenommen.

221 Bestandes- und Einzelstammabsaaten

2211 Handelssaatgut

Samenplantagen dienen neben verschiedenen anderen Zielsetzungen der Erzeugung von geprüftem, besonders hochwertigem Saatgut. Voraussetzung für eine derartige Bezeichnung ist, daß die auf der Plantage zusammengestellten Ausleseebäume vorher auf ihren Erbwert getestet worden sind, d.h., daß sich ihre Nachkommenschaften durch überdurchschnittliche Leistungen gegenüber einer Bezugsbasis auszeichnen haben. Da in der Forstpflanzenzüchtung die Voraussetzungen für die Anwendung des Begriffs "Heterosis" im Sinne von SHULL

(1914) noch weitgehend fehlen, sind als Vergleichsmaßstab in die Nachkommenschaftsprüfungen bewährte Handelssaatgutherkünfte eingebaut worden. In den Versuchen Nr. 104 - 108 stehen folgende Provenienzen:

Harbke, Höhenlage unter 100 m, Erntejahr 1964/65	} Herkunftsgebiet "West- und Süd-deutsches Mittelgebirgsland (837 03)
Wildeck, Höhenlage 300 - 600 m, Erntejahr 1965	
Taunus, Höhenlage 300 - 600 m, Erntejahr 1963/64	
Schlitz, Höhenlage 300 - 600 m	
Herrstein, Höhenlage 300 - 600 m, Erntejahr 1965/66	

Sudeten - keine näheren Angaben vorhanden

Mit Ausnahme der "Sudeten" handelt es sich dabei um nach den Vorschriften der "Deutschen Kontrollvereinigung für forstliches Saatgut e.V." kontrollierte Sonderherkünfte.

2212 Provenienzen (Bestandesabsaaten)

Aus dem von Prof.Dr.R.Schober, Göttingen, zusammengestellten II.Internationalen Lärchen-Provenienzversuch 1958/59 hat das Hessische Institut für Forstpflanzenzüchtung mit 21 Herkünften auf 9 Flächen im Frühjahr 1961 eine Versuchreihe ausgepflanzt.

Die wichtigsten Standortsangaben der Herkunftsorte sind in Tab.2 aufgeführt, ihre geographische Lage ist aus Abb.1 ersichtlich. Die aus den natürlichen Verbreitungsgebieten stammenden Provenienzen können als autochthon angesehen werden. Die in den Versuch einbezogene Herkunft "Schlitz" aus dem künstlichen Anbauggebiet der europäischen Lärche hat ihren Ursprung vermutlich im Alpenareal (SCHOBER 1935).

In den ausgewählten Beständen sind Beerntungen an durchschnittlich 10 - 12 Einzelbäumen der KRAFT'schen Klassen 1 und 2 durchgeführt worden. Vor dem Aussäen wurden die Einzelstammabsaaten je Bestand vermischt.

Tab. 2 Angaben zu den Herkunft des Provenienzversuches

Verteilungsgebiet	Provenienz Nr.	Herkunftsort	Geograph. Lage nördl. Breite östl. Länge		Seenhöhe m	Niederschlag Jahr mm Vag. Zeit (V-IX) mm		Temperatur Jahr °C Vag. Zeit (V-IX) °C	
Südostpolen Herkunfte	-	Berechnung	47° 12'	10° 40'	1100	1265	695	4,7	10,8
	5	Samara	46° 31'	15° 56'	610	945	520	8,7	16,7
	16	Tenna	46° 41'	11° 19'	600	1000	550	12,0	
	46	Valchava	46° 36'	10° 23'	1600	760	390	4,5	11,6
	47	Blumnahtal	46° 28'	13° 6'	825	1155	645	6,5	14,4
	54	Bisch-fswasser (Altschiff-Veszel)	47° 46'	13° 11'	875	1715	975	8,5	15,3
	57	Gölling	47° 37'	13° 12'	835	1510	820	7,8	14,3
	58	Deutschlandsberg	46° 49'	15° 10'	800	940	565	5,9	11,6
Sudeten	37	Krnov-Albrechtice	50° 10'	17° 34'	500	685	410	7,6	
	39	7sofen-Ducick	49° 54'	16° 58'	400	650	330	7,7	
	40	Ruda nad Moravou	49° 59'	16° 54'	480	685	410	7,6	
	49	Krnov-Loučky	50° 31'	17° 33'	550	590	360	7,0	14,0
	50	Krnov-Bagie	50° 61'	17° 34'	450	590	360	7,1	14,1
	51	Černý Váh-Ípoltica (Niedere Tatras)	49° 01'	19° 53'	800	745	415	5,9	13,6
	52	Streské Pleso (hohe Tatras)	49° 71'	20° 41'	1370	985	520	3,2	10,0
Polen	53	Smokovec (hohe Tatras)	49° 81'	20° 11'	1200	645	335	6,1	14,1
	67	Staré mory (große Tatras)	48° 51'	19° 71'	850	1050	470	6,6	14,4
	42	Gora Chelmona	50° 48'	21° 6'	350	750	430	6,0	14,3
	43	Blizyn	51° 41'	20° 44'	330	650	400	7,3	15,3
nicht-ausgetränte Herkunfte	44	Mala Nies	51° 50'	20° 41'	180	530	300	7,4	16,4
Hessen	28	Schlitz	50° 41'	9° 35'	300	635	395	7,7	12,8



Abb. 1 Herkunftsorte der Provenienzen
(Verbreitungsgebiete nach RUBNER 1934)

2215 Einzelstammabsaaten

Für einen Versuch - Nr. 59 Badenstein - sind von den Sudetenherkünften die Absaaten baumweise getrennt angezogen und ausgepflanzt worden. Auf dieser Fläche stehen die Nachkommenschaften von 5 Bäumen der Herkunft Nr. 37 Krnov-Albrechtice, je 10 Bäumen der Herkunft Nr. 39 Zábřeh-Dubicko und Nr. 40 Ruda nad Moravou, 12 Bäumen der Herkunft Nr. 49 Krnov-Loučky und 8 Bäumen der Herkunft Nr. 50 Krnov-Radim.

222 Plantagensaatgut

2221 Freie Abblüten von Samenplantagenklonen

Die Einengung der genetischen Variationsbreite bei frei abgeblühtem und klonweise geerntetem Plantagensaatgut gegenüber der Einzelbaumbeerntung im Bestand liegt in der Tatsache begründet, daß auf Samenplantagen die Zahl der Väter begrenzt ist und deren phänotypische Eigenschaften bekannt sind. Unter der Voraussetzung, daß das Pollenangebot auf der gesamten Plantage gleich ist, können Leistungsunterschiede zwischen den Absaaten der einzelnen Klone zu einem erheblichen Teil auf den Einfluß der Mütter bezogen werden. Die Auswirkungen des jährlichen Panmixiegrades lassen sich über die Relationen der in mehreren Jahren erzeugten Nachkommenschaften zueinander bemessen.

In Tab. 3 werden die wesentlichen Daten von den Plusbäumen der Plantagenklone angegeben. Die mit Ga bezeichneten Bäume sind aus einer Provenienz eines älteren Lärchen-Herkunftsversuchs im Forstamt Gahrenberg selektiert worden. Der Ursprung dieser Provenienz liegt mit sehr großer Wahrscheinlichkeit im Sudetenareal (SCHÖBER und FRÖHLICH 1967). Der Bestand im Forstamt Gahrenberg zeichnet sich durch hervorragende quantitative und qualitative Eigenschaften aus, die mit einem hohen Maß an Widerstandsfähigkeit gegenüber Schadeinflüssen gekoppelt sind.

Über den Ursprung der in Junkerthal und Wildeck stockenden Lärchenbestände, in denen die Plusbäume Ju und Wi ausgewählt worden sind, ist nichts bekannt. ROSSMÄSSLER (1967) vermutet, daß die Wildecker Lärchen aus dem Alpenraum stammen.

2222 Nachkommenschaften aus kontrollierten Bestäubungen

2222.1 Kreuzungen

Eine exakte Bestimmung der genetischen Verankerung bestimmter, phänotypisch erkannter Merkmale, der Kompatibilität und der Kombinations-

Tab. 3 Angaben zu den Plusbäumen der Samenplantagenklone

Klonbe- zeich- nung	Herkunftsort	ausgewählt im Alter Jahre	Höhe m	BHD 1,3m cm	Besondere Merkmale	Umgebender Bestand
Ga 1	FA Gahrenberg, Abt. 79	32 (1964)	19,0	22,8	sehr schwache Krone	Lä, 32j., 18,3 m, 20,3cm
Ga 6	(Sudetenlärche)	32 (1964)	21,0	22,2	schmale Krone	
Ga 7	"	32 (1964)	20,0	21,7	wie Ga 6	
Ga 8	"	32 (1964)	19,0	25,7	wie Ga 1	
Ga 15	"	32 (1964)	19,0	19,1	wie Ga 1	
Ga 16	"	32 (1964)	21,0	19,3	leicht geneigter, im oberen Drittel geschlängelter Schaft	
Ga 17	"	32 (1964)	20,0	22,5	wie Ga 1	
Ga 18	"	32 (1964)	20,0	22,0	wie Ga 6	
Ga 19	"	32 (1964)	21,0	23,5	wie Ga 6	
Ga 20	"	32 (1964)	19,0	21,5	wie Ga 1	
Ju 1	Junkerthal, Abt. 15 g (nichtautochthon)	144 (1953)	44,0	45,8	schmalkronig, feinastig, feinrindig, keine Trockenäste	gleichaltrige Lä
Ju 2	"	144 (1953)	44,2	46,7	waagrecht ablaufende Äste	"
Ju 3	"	144 (1953)	41,3	44,2	feinastig, wipfelschäftig, keine Trockenäste	"
Ju 4	"	144 (1953)	37,2	34,2	zahlreiche Trockenäste	"
Ju 5	"	146 (1955)	30,8	32,7	wie Ju 4	"
Ju 6	"	146 (1955)	40,0	49,7	schmalkronig, keine Trockenäste	"
Ju 7	"	146 (1955)	42,5	47,6	Äste von mittlerer Stärke	"
Ju 8	Junkerthal, Abt. 19	136 (1955)	32,7	50,3	starke Durchmesserentwicklung	"
Ju 9	"	136 (1955)	27,5	44,0	wie Ju 8	"
Ju 10	"	136 (1955)	32,5	33,9	waagrecht ablaufende Äste	"
Ju 11	Junkerthal, Abt. 1	142 (1955)	41,0	53,3	leichte Schaftschwingungen	"
Wi 1	FA Wildeck, Abt. 36 a (nichtautochthon)	131 (1953)	34,0	55,8	horizontal ablaufende, außen sich aufrichtende Äste	gleichaltrige Lä und Ki, un- terständige Bu
Wi 2	"	131 (1953)	34,0	40,8	wie Wi 1	"
Wi 3	"	131 (1953)	37,2	58,2	überragende Höhen- und Durch- messerentwicklung	"
Wi 4	"	131 (1953)	31,0	33,8	wie Wi 1	"
Wi 5	"	131 (1953)	33,5	41,9	"	"
Wi 6	"	131 (1953)	32,3	42,0	"	"
Wi 7	"	131 (1953)	35,6	45,8	geringe Trockenastzone	"
Wi 8	FA Wildeck, Abt. 33	107 (1954)	33,5	42,7	lichte Krone, keine Trockenäste	ju- und unterstand unter Lä und Ki
Wi 9	"	107 (1954)	37,0	52,6	wie Wi 3	"
Wi 10	"	107 (1954)	33,0	37,4	besonders feinastig	"
Wi 11	"	107 (1954)	35,0	42,2	leicht bogiger Schaft	"
Wi 12	"	107 (1954)	36,0	47,3	wie Wi 3	"

eignung der auf Samenplantagen zusammengestellten Klone kann nur durch gelenkte Kreuzungsexperimente erreicht werden. Als Testmethode bei den vorliegenden Untersuchungen ist die "partielle Gametenselektion" (FRÖHLICH und Mitarbeiter, 1967) gewählt worden, bei der ausgesuchte Testerklone in die Prüfkclone eingekreuzt werden und umgekehrt.

Die in Tab. 3 aufgeführten Klone sind nur herkunftsweise miteinander gekreuzt worden. Prüfungen auf Kombinationseignung zwischen Klonen verschiedener Provenienzen, z.B. Ga x Ju, haben nicht stattgefunden.

Zu Vergleichszwecken stehen auf einigen Versuchsflächen auch Art-hybriden aus japanischen und europäischen Eltern.

2222.2 Selbstungen

Durch Selbstbefruchtungen kann einerseits der Grad der Selbstfertilität bemessen werden, andererseits läßt sich unter bestimmten Voraussetzungen aus der Aufspaltung der Nachkommenschaft (I_1) das Ausmaß der Heterozygotie des Elter schätzen.

Da das Verfahren technisch sehr einfach durchzuführen ist, sind sämtliche Klone - Tab. 3 - geselbstet worden, und die Nachkommen-schaften, soweit lebensfähig und in ausreichender Zahl vorhanden, in die Feldversuche einbezogen.

2222.3 F_2 -Nachkommenschaften

Zur Klärung des Vererbungsganges bestimmter Merkmale und zum Zwecke der Kombinationszüchtung haben F_2 -Populationen große Bedeutung. Wegen der späten Mannbarkeit der Waldbäume werden solche Nachkommenschaften jedoch auch bei der Lärche nur selten hergestellt.

In einem Feldversuch stehen F_2 -Voll- und Halbgeschwisterfamilien, -Fremdbefruchtungs- sowie -Selbstungsnachkommenschaften, die aus

F₁-Individuen des LANGNER'schen Kreuzungsversuches von 1936 hergestellt worden sind (LANGNER 1951). Außerdem sind vergleichbare Kreuzungen mit I₁-Linien in anderen Versuchen in geringem Umfang vorhanden.

223 Vegetative Vermehrungen

Die Abkömmlinge autovegetativ vermehrter Klone zeigen untereinander keine genetische Variabilität, wenn man die Möglichkeit der Mutation unberücksichtigt läßt. Unter differenzierten Milieubedingungen ist deshalb das Reaktionsvermögen als Auswirkung der genetischen Konstitution gut einzuschätzen. Im Gegensatz zu generativ erzeugten Nachkommenschaften weisen Klone jedoch ein stark eingeschränktes Pufferungsvermögen auf. Bei heterovegetativen Vermehrungen ist zu beachten, daß Wechselwirkungen zwischen Unterlage und Pfropfreis die Entwicklung der Pflanze beeinflussen können. Für die Beurteilung vegetativer Prüfglieder bleibt weiter zu berücksichtigen, daß in den ersten Jahren nach dem Verklonen Induktionserscheinungen auftreten können (FRÖHLICH 1961).

2231 Stecklinge

Die Stecklingsvermehrung in größerem Umfang bereitet auch heute noch bei Lärche technische Schwierigkeiten. Für die Versuchsanlagen hat solches Material daher nur begrenzt zur Verfügung gestanden. Lediglich einige Plusbäume "Gahrenberg" sind verklont und ausgepflanzt worden.

2232 Pfropflinge

Von allen Plusbäumen Ga, Ju und Wi stehen parallel zu ihren generativen Nachkommenschaften Pfropflinge auf den Versuchsflächen. Die Pfropfunterlagen der Klone stammen aus generativer Vermehrung.

Versuchsanlagen

Die Provenienzversuche Nr. 50 - 58 sind als Blockanlagen mit zweifacher Wiederholung und 120 Pflanzen je Parzelle ausgepflanzt worden. Durch Ausfälle und die erforderlichen Ergänzungen hat sich die Zahl der Wiederholungen bei einzelnen Provenienzen und Versuchsorten jedoch geändert. Bei der Auswertung ist versucht worden, diesen Umstand weitgehend auszugleichen.

In Versuch Nr. 59 stehen die Einzelstammabsaaten der Sudetenherkünfte. Populationsgemische sind auf dieser Fläche nicht vorhanden.

Die Nachkommenschaftsversuche Nr. 100 - 108 sind teils als randomisierte Dreisatzgitter-, teils als dreifach wiederholte Blockanlagen begründet. Die Parzellengrößen variieren zwischen 9, 16 und 25 Pflanzen je Versuch. Die Differenzen bei den Pflanzenzahlen je Parzelle haben ihre Ursachen in unterschiedlichen Zielsetzungen bei den Versuchsplanungen. Bei begrenztem Pflanzenmaterial sind Wiederholungen der Prüfglieder über mehrere Orte der Anlage größerer Parzellen vorgezogen worden.

Die verklonten Prüfglieder stehen als Einbaumparzellen mit mehrfacher Wiederholung auf den Nachkommenschaftsflächen.

Die Versuche Nr. 50 - 59 sind mit 1/1j., Nr. 101 - 108 mit 1/2j. und Nr. 100 mit 3- bzw. 4j. Pflanzen angelegt.

Die Pflanzverbände betragen bei den Versuchen Nr. 50 - 59, 100 und 103 2 x 2 m, bei den übrigen 2,5 x 2,5 m. Weder zwischen Parzellen noch Wiederholungen sind Trennstreifen ausgehalten, so daß Randwirkungen nur an den eigentlichen Außenrändern der Versuchsanlagen auftreten können.

Der Provenienzversuch sowie die Nachkommenschaftsprüfungen Gahrenberg 1960 und Sooden-Allendorf 1964 haben als Startdüngung 100 g Thomasphosphat je Pflanze erhalten. Nachdüngungen sind nicht erfolgt.

3 U n t e r s u c h u n g s m e t h o d e n

31 Merkmalserfassung und Boniturmaßstäbe

Von dem gesamten Untersuchungsmaterial liegen zwei Vollaufnahmen, die letzte aus 1971, über die quantitativen und qualitativen Eigenschaften sowie den Gesundheitszustand vor. Bei der Erfassung der Merkmale haben die beim Institut für Forstpflanzenzüchtung gebräuchlichen Boniturschemata Verwendung gefunden.

311 Quantitative Merkmale

3111 Höhe und Brusthöhendurchmesser

Grundsätzlich sind die Höhen aller Bäume ermittelt. Lediglich bei der zweiten Aufnahme der Versuche Nr. 50 - 59 sind wegen der 120 Pflanzen je Parzelle und den erreichten Baumhöhen im Alter von 13 Jahren aus aufnahmetechnischen Gründen repräsentativ rund 35 Bäume je Parzelle, verteilt über den gesamten Durchmesserbereich, gemessen worden.

Bis 8 m Höhe ist mit auf Dezimeterstufen selbst reduzierenden Meßlatten gearbeitet worden, über 8 m mit dem Höhenmesser von Blume-Leiss.

Die Brusthöhendurchmesser sind aufgenommen, wenn der überwiegende Teil der Bäume eines Versuches die Derbholzgrenze von 7 cm erreicht hatte. Jeder Baum ist einmal gekluppt, die Kluppungen sind dabei von Reihe zu Reihe um 90° zueinander versetzt worden.

3112 Vorratshaltung

Soweit bei den Versuchen Höhe und Durchmesser ermittelt worden sind, ist auch die Derbholzmasse je Parzelle hergeleitet worden. Dem Rechengang liegen der Mittelstamm (Kreisflächenmittelstamm) und die Stammzahl je Parzelle zu Grunde. Wegen unterschiedlich hoher

Ausfälle auf den einzelnen Flächen in Folge von Mäusefraß in den ersten Jahren nach der Kultur ist ein direkter Vergleich der Massenerträge je Parzelle wenig aussagefähig. Die Auswertung wird daher auf eine Gegenüberstellung der Volumina der Kreisflächenmittelmastämme beschränkt.

312 Qualitative Merkmale

3121 Schafthaltung

Bei der Aufnahme der Schaftform sind Krümmungsgrad und Krümmungsart nach folgendem Schema eingeschätzt worden:

Boniturschema

Schafthaltung

Krümmungsgrad

- 1 = gerade
- 2 = schwach gekrümmt (bis 5 cm Abweichung von der Lotrechten
je 1 fm, späteres Auswachsen wahrscheinlich)
- 3 = mäßig gekrümmt (bis 10 cm Abweichung)
- 4 = stark gekrümmt (über 10 cm Abweichung)
- 5 = Tiefzwiesel

Krümmungsart



6 = Säbelwuchs



7 = Bogigkeit



8 = Schlangelwuchs

Bei Einstufung in die Merkmalsgruppen 2 - 4 ist stets zusätzlich die Krümmungsart angegeben, wobei Koppelung zweier Krümmungsarten vorkommen kann. Zwieselbildungen am letzten Jahrestrieb sind unberücksichtigt geblieben, da das Auftreten dieses Merkmals zum Aufnahmezeitpunkt keine zuverlässigen Schlüsse auf die Beeinträchtigung der Schaftform zuläßt. Schaftdeformationen, die eindeutig auf den Stand der Pflanze am Außenrand einer Parzelle zurückgeführt werden können, sind nicht bewertet worden.

3122 Kronenform und -stellung

Unter Beachtung der Stellung des Baumes im Bestand ist die Ausbildung der Kronenform am mittleren und oberen Kronenbereich beurteilt worden.

Boniturschema

Kronenklassen

- 1 = dominierende, schmale Krone
- 2 = schlecht geformter, breitwüchsiger Vorwuchs (Protz)
- 3 = runde, normale Krone
- 4 = einseitige Krone
- 5 = eingeklemmte Krone
- 6 = geringe - kleine Krone

Da bei Außenrandstämmen die nach außen gerichteten Äste infolge geringeren Konkurrenzeinflusses stärker entwickelt sind als die zur Parzellenmitte hin gewachsenen, ist an solchen Bäumen die Kronenform im Anhalt an den zur Fläche hin ausgebildeten Kronenteil eingestuft worden. Dieses Vorgehen ist erforderlich, um bei Prüfgliedern auf Randparzellen einen lediglich durch die Lage bedingten höheren Anteil an Bäumen der Kronenklassen 4 und 5 zu verhindern.

3123 Beastung

Eine objektive Erfassung der Aststärke ist nur durch Kluppung des Astdurchmessers an einer festgelegten Stelle möglich. Diese Arbeit

war aus technischen und finanziellen Gründen nicht durchführbar. Die Stärke der Äste eines Einzelbaumes ist daher unter Berücksichtigung seines gesamten Entwicklungsstandes und im Verhältnis zur durchschnittlichen Aststärke einer Versuchsfläche eingeschätzt worden.

Boniturschema

Aststärke

- 1 = schwach
- 2 = mittel
- 3 = stark

Als "mittel" ist die durchschnittliche Aststärke der Gesamtfläche zu verstehen.

Für die Beastungsdichte gilt folgende Einteilung

Boniturschema

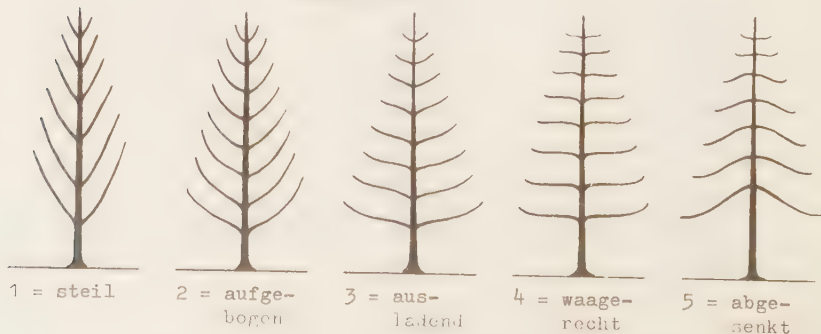
Beastungsdichte

- 1 = Hauptäste in deutlich erkennbaren Quirlen angeordnet, Internodien nur mit schwach ausgebildeten Ästen besetzt
- 2 = Quirle aufgelöst, aber noch erkennbar
- 3 = keine Quirlbildung, Hauptäste unregelmäßig auf dem Schaft verteilt

Als drittes Beastungsmerkmal ist die Stellung der Zweige I. Ordnung zum Schaft im mittleren Stammdrittel festgehalten worden.

Boniturschema

Aststellung



1 = steil

2 = aufge-
bogen

3 = aus-
ladend

4 = waage-
recht

5 = abge-
senkt

313 Bestandessoziologie

Um die Differenzierung der Bestandesentwicklung der einzelnen Prüfglieder erfassen zu können, ist bei erreichtem Dichtungsschluß neben der Höhe des Einzelbaumes seine soziologische Stellung im Verhältnis zu Nachbarstämmen und zur Parzelle eingestuft worden (nach KRAFT).

Boniturschema

Baumklassen

- 1 = vorherrschend
- 2 = herrschend
- 3 = zurückbleibend, aber noch schirmfrei
- 4 = unterdrückt (unterständig, übergipfelt), aber noch lebensfähig
- 5 = niedergebogen, absterbend

314 Fruktifikation

Bei der jeweils letzten Aufnahme ist der Zapfenanhang des Aufnahmejahres geschätzt worden. Das Ausmaß der Zapfenbildung kann bei der Gesamtbeurteilung der Prüfglieder ergänzende Erklärungen liefern und stellt ein wichtiges Kriterium für die Selektion dar.

Boniturschema

Fruktifikation

- 1 = kein Zapfenanhang
- 2 = geringer Zapfenanhang (bis etwa 10 Zapfen je Baum)
- 3 = schwacher Zapfenanhang (etwa 10 - 30 Zapfen je Baum)
- 4 = mittlerer Zapfenanhang (etwa 30 - 50 Zapfen je Baum)
- 5 = starker Zapfenanhang (über 50 Zapfen je Baum)

315 Schäden

Wegen der Vielzahl der Versuchsanlagen und ihrer weiträumigen Verteilung ist eine ganzjährige Beobachtung von Schadensereignissen

nicht möglich gewesen. Die Bonituren erfassen daher Schadwirkungen, die während des ganzen Jahres erkennbar sind.

Krebsschäden sind nur bei eindeutigen Erkennen als solche aufgenommen worden, wobei wegen des Umfangs der Versuchsanlagen zunächst nicht nach Ast- und Stammerkrankungen unterschieden werden sollte. Des weiteren sind Schneebruch oder -druck und mechanische Rindenverletzungen baumweise vermerkt worden, wobei letztere vor allem für die weitere Beobachtung und Auswertung der Versuchsflächen Bedeutung erlangen.

32

Auswertungsmethoden

Als Grundlagen der statistischen Analysen dienen bei quantitativen Merkmalen die arithmetischen Mittelwerte, Varianzen und Streuungen, getrennt nach Prüfgliedern und Parzellen, die Verteilung der Einzelwerte, deren Schiefe und Exzess. Die Stichprobenmittel sind mit Hilfe von Streuungszerlegungen, Korrelationsberechnungen und Regressionsanalysen untersucht worden. Das Untersuchungsmaterial und die Versuchsorte sind als Zufallsstichproben von Grundgesamtheiten anzusehen, für die varianzanalytischen Auswertungen wird das "Modell mit zufälligen Effekten" (WEBER 1972) zugrunde gelegt:

$$x_{ijl} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ijl}$$

Es bedeuten x_{ijl} = Beobachtungswert des i-ten Prüfgliedes am j-ten Anbauort in der l-ten Wiederholung;

μ = das Mittel der Grundgesamtheit, welches mit dem Gesamtdurchschnitt aller Beobachtungen gleichgesetzt wird;

a_i = Effekt des i-ten Prüfgliedes;

b_j = Effekt des j-ten Anbauortes;

$(ab)_{ij}$ = Effekt der Wechselwirkungen zwischen dem i-ten Prüfglied und dem j-ten Anbauort;

e_{ijl} = Fehlerabweichungen, die durch zufällige Einflüsse auf die Beobachtungswerte verursacht sind.

Für Vergleiche qualitativer Eigenschaften ist hauptsächlich der χ^2 -Test verwendet worden.

Der Erfolg von Züchtungsmaßnahmen kann über den Vergleich der Versuchsergebnisse zu bestimmten Durchschnittswerten dargestellt, ebenso der mögliche genetische Gewinn bewertet werden. Voraussetzung für die Herleitung des genetischen Gewinns ist die Ermittlung des Heritabilitätsgrades der beurteilten Eigenschaften. Als Heritabilität wird "der Teil der beobachteten oder phänotypischen Varianz, der durch Unterschiede zwischen den Genen oder Genotypen der Individuen verursacht wird" (LUSH 1941, zit.v.TODA 1958) verstanden oder anders ausgedrückt, die Heritabilität ist die genetisch bedingte Komponente der phänotypischen Gesamtvarianz. Heritabilität im weiteren Sinne liegt vor, wenn für die Berechnung des Heritabilitätskoeffizienten die gesamte genotypische Varianz, bestehend aus additiver genetischer Varianz und nicht-additiver genetischer Varianz (Dominanz und Epistasie) berücksichtigt werden kann. Diese Bedingung wird an sich nur bei vegetativer Vermehrung erfüllt, da hierbei die nicht-additiven Genwirkungen vom Ausgangsmaterial auf die Nachkommenschaften unverändert weitergegeben werden können. NANSON (1968) hat jedoch festgestellt, daß in der Forstpflanzenzüchtung auch bei generativer Vermehrung die Voraussetzungen für die Errechnung der Heritabilität im weiteren Sinne gegeben sind: bei Unterstellung panmiktischer Verhältnisse sind vom Ausgangsmaterial (Bestände, Einzelbäume, Samenplantagen) immer wieder Nachkommenschaften zu erhalten, selbst beim Überspringen von Erntejahren, deren genetische Konstitution im Mittel gleich ist. Daraus ist abzuleiten, daß bei allen Nachkommenschaften derselben Eltern die gleichen nicht-additiven Genwirkungen existieren. An Hand dieser Folgerungen ist für das vorliegende Untersuchungsmaterial die Heritabilität im weiteren Sinne (h^2) nach folgender Formel berechnet worden:

$$h^2 = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_{Gj}^2 + \sigma_{II}^2 + \sigma_I^2}$$

Es bezeichnen: σ_G^2 = Varianzkomponente der Prüfglieder

σ_U^2 : Varianzkomponente des Umwelteinflusses

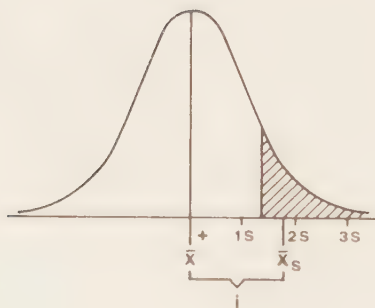
σ_I^2 = Varianzkomponente der Interaktionen Umwelt/
Prüfglieder

Der mögliche genetische Gewinn (Δ_G) ist nach der Formel

$$\Delta_G = i \cdot h^2 \cdot s$$

ermittelt, wobei

- i = Selektionsintensität in Standardabweichungen
- h^2 = Heritabilität im weiteren Sinne
- s = Standardabweichung des Gesamtmittels.



Die Selektionsintensität bestimmt den auszuwählenden Prozentsatz der besten Phänotypen in einer normal verteilten Population; die Werte für i können aus Tabellen (Flächen unter der Normalkurve) abgelesen werden. Der mögliche Gewinn errechnet sich somit aus der Differenz der Mittelwerte zwischen der Ausgangspopulation und der ausgelesenen Population, wobei der Heritabilitätskoeffizient

als Ausdruck der genetisch bedingten Komponente der phänotypischen Gesamtvarianz den genetischen Anteil des Selektionserfolges berücksichtigt (LERNER 1958).

Die Rechenarbeiten wurden auf einer Großrechenanlage UNIVAC 1108 durchgeführt. Für die Auswertungen sind Standortprogramme von BMD (Dixon 1967) und DRZ (Gebhardt 1969) verwendet worden.

4 V e r s u c h s e r g e b n i s s e

41 Provenienzversuch

411 Höhenentwicklung

Um die Ergebnisse der Höhenmessungen vollständig aufzuführen und für die Auswertung in anschaulicher und übersichtlicher Form darzustellen, sind in Tab. I - II des Anhangs die arithmetischen Mittelwerte für die Höhe der Aufnahmejahre 1965 und 1971 zusammengefaßt. Zum Vergleich der Wuchsunterschiede zwischen den Herkünften eignen sich varianzanalytische Methoden am besten. Diese Möglichkeiten sind jedoch für eine gemeinsame Untersuchung aller Flächen wegen teils ungleicher Prüfgliederbesetzung, teils unvollständiger Wiederholungen nicht ausreichend. Die Beurteilung muß sich daher auf die Betrachtung der Mittelwerte beschränken.

Die Höhenwerte werden in Abb. 2 nochmals wiedergegeben. Die Provenienzen sind arealweise zusammengefaßt und nach der durchschnittlichen Wuchsleistung über alle jeweiligen Anbauorte im Alter 13 Jahre geordnet. Zusätzlich zeigt die Abbildung die Mittelwerte je Verbreitungsgebiet, das Gesamtmittel aus 19 Prüfgliedern und allen Orten sowie die durchschnittliche Höhenentwicklung der Herkünfte im Alter 7 Jahre. Die nur auf dem klimatisch extremen Standort Nr. 52 angebauten Provenienzen Nr. 46 und 67 werden in der Darstellung nicht aufgeführt, da ihre Leistung mangels Wiederholung an einem anderen Ort nicht ausreichend zu beurteilen ist.

Mit Ausnahme der Versuchsflächen Nr. 52 und 53 erreichen die Sudetenlärchen Höhenwuchsleistungen im Alter von 13 Jahren, die über dem Gesamtmittel liegen und sich in der Regel deutlich von denen der mitangebauten übrigen autochthonen Provenienzen abheben. Auffallend sind weiter die relativ geringen Differenzen zwischen den Durchschnittshöhen der Sudetenherkünfte. Die Provenienz Nr. 50 - Krnov-Radim übertrifft die an letzter Stelle der Sudetenlärchen stehende Herkunft Nr. 37 - Krnov-Albrechtice nur um 0,80 m, das sind gegenüber Nr. 37 10 % Mehrleistung.

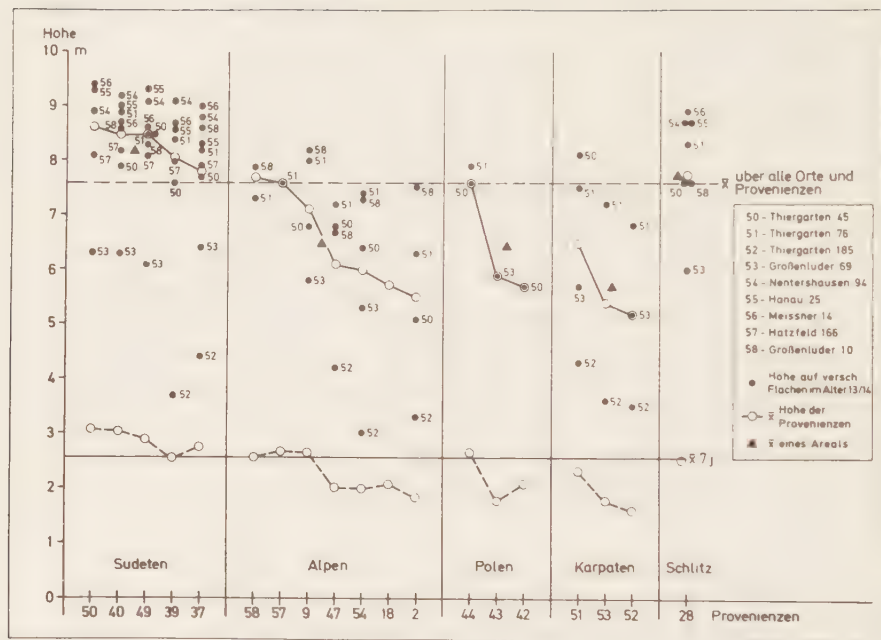


Abb. 2 Arithmetische Mittelhöhen der Provenienzen

Auf der Fläche Nr. 53 - Großenlöder 69 - bleibt das Wachstum aller Sudetenprovenienzen im Vergleich zu ihren Leistungen an den anderen Orten sichtbar zurück.

Von den Prüfgliedern aus dem Alpenareal zeigen nur die Herkünfte Nr. 9 - Lammerau (Wienerwald) - und Nr. 58 - Deutschlandsberg - auf zwei Flächen überdurchschnittliche Leistungen. Im übrigen liegen die Höhen unter dem Bezugsmittel. Es ist auch festzustellen, daß die einzelnen Herkünfte in wesentlich stärkerem Maße auf unterschiedliche Standortverhältnisse reagieren als die Sudetenlärchen, was an den erheblich variierenden Höhenwerten auf den Versuchsf lächen erkenntlich wird. Die Differenz zwischen der besten und schlechtesten Alpenherkunft beträgt bei den Provenienzmitteln immerhin 2,20 m, das sind knapp 30 % bezogen auf die wüchsigste Herkunft. Der Gesamtdurchschnitt der Höhe aller Alpenprovenienzen des Versuchs erreicht mit 6,36 m nur 79 % der mittleren Höhe aller Sudetenlärchen.

Die Herkünfte aus dem Polen- und Karpatenverbreitungsgebiet verhalten sich insgesamt ähnlich wie die Alpenprovenienzen. Da sie jedoch nur auf wenigen Versuchsflächen vertreten sind, erscheinen die Befunde für eine eingehende Interpretation nicht ausreichend. Als sicher gilt aber, daß sie unter den gegebenen Standortverhältnissen den Leistungen der Sudetenherkünfte in keiner Weise entsprechen.

Das Wuchsverhalten der nichtautochthonen Schlitzer Lärche ist in etwa dem der Sudetenprovenienzen gleichzusetzen. Diese Tatsache verdient umso mehr an Beachtung, als diese Herkunft sich einerseits beim Anbau in Hessen bereits bewährt hat, andererseits wegen ihres vermutlichen Ursprungs im Alpenareal eher ein der Leistung der Alpenherkünfte nahekommendes Wachstum erwarten ließe.

Die ausgesprochen geringe Wüchsigkeit aller in den Versuch einbezogenen Prüfglieder auf der für Mittelgebirgsgegenden exponierten Fläche Nr. 52 - Thiergarten 185 - beweist, daß der Anbau der geprüften europäischen Lärchenherkünfte im atlantisch beeinflussten mitteleuropäischen Raum in dieser Höhenlage - 850 m - wegen der extremen Klimaverhältnisse aussichtslos ist.

Die Entwicklung des Höhenwachstums bis zum Alter von 7 Jahren stimmt erstaunlich gut mit den im Alter 13 Jahre gefundenen Ergebnissen überein. Die Mittelhöhen 1965 und 1971 der Provenienzen auf den einzelnen Versuchsflächen sind immerhin bei $r = 0,87$ hochsignifikant miteinander korreliert ($t = 15,82^{**}$; 78 FG). Das bedeutet, daß 1965 anhand der auf den Flächen ermittelten Werte der weitere Verlauf des Höhenwuchses bis 1971 mit einer Bestimmtheit von 76 % vorauszusagen war. Bezieht man die Durchschnittshöhen der einzelnen Provenienzen über alle jeweiligen Flächen aus den zwei Aufnahmen zueinander, so erhöht sich der Korrelationskoeffizient auf $r = 0,96$ ($t = 15,84^{**}$; 19 FG) und entsprechend das Bestimmtheitsmaß auf 92 %.

Die Ergebnisse der Brusthöhendurchmesseraufnahmen sind in Abb. 3 dargestellt, wobei die Herkünfte absichtlich in der gleichen Reihenfolge wie bei der Höhenauswertung (Abb. 2) stehen. Im einzelnen sind die Werte zusätzlich in Tab. III des Anhangs aufgeführt.

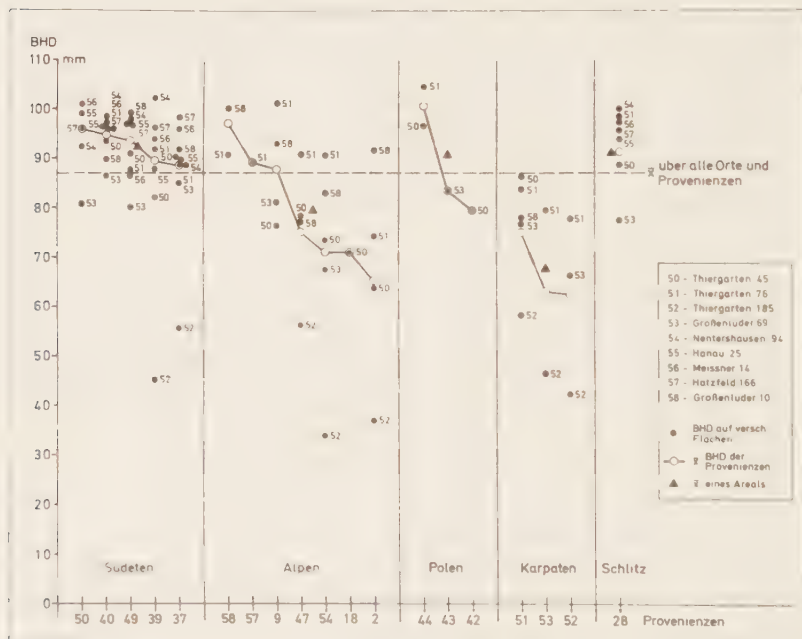


Abb. 3 Arithmetische Brusthöhendurchmesser (1,3 m) der Provenienzen im Alter 13 Jahre

Die Sudetenherkünfte zeichnen sich gegenüber den anderen Prüfgliedern in zwei Punkten aus: 1. mit einer durchschnittlichen Durchmesserleistung je Sudetenherkunft über alle jeweiligen Anbauorte zwischen 95,7 mm bei Nr. 50 - Krnov-Radim und 88,6 mm, bei Nr. 37 - Krnov-Albrechtice liegen sie durchweg über dem Gesamtmittel des Provenienzversuchs; 2. um das Arealmittel von 90,5 mm streuen die Einzelwerte je Herkunft und Versuchsfläche nur mit

12,45 % und zeigen damit analog zu den Höherenergebnissen eine sehr einheitliche Reaktion der Prüfglieder auf unterschiedliche Standortverhältnisse an.

Bei den Alpenlärchen wird als Arealmittel nur ein Durchmesserwert von 77,2 mm erreicht, das sind im Verhältnis zu den Sudetenherkünften 85 %. Der Variationskoeffizient dieses Herkunftsmittels beträgt 23,57 % und verdeutlicht damit, wie sehr unter dem Einfluß des Standortes die Alpenprovenienzen ihr Wachstum, hier speziell die Durchmesserentwicklung, modifizieren. Auf der Darstellung wird erkennbar, daß nach den Durchmesserergebnissen die Alpenprovenienzen in zwei Gruppen geteilt werden können. Die aus dem Ostteil des Alpenverbreitungsgebietes stammenden Prüfglieder Nr. 58 - Deutschlandsberg und Nr. 9 - Lammerau sowie die Herkunft Nr. 57 - Golling der nördlichen Alpenzwischenzone erreichen im Durchschnitt ihrer Anbauorte Werte, die das Gesamtmittel von 86,9 mm übertreffen, und heben sich damit von den übrigen Alpenherkünften des Versuchs, deren Ursprung sich z.T. in der nördlichen Alpenzwischenzone, z.T. in den Innenalpen befindet und deren Vergleichswerte in keinem Fall annähernd an den Versuchsdurchschnitt herankommen, ab. Bei den polnischen Prüfgliedern ist der Durchmesser der Herkunft Nr. 44 - Mala Wiś mit 100,5 mm im Mittel der Anbauorte auffallend hoch. Infolge der nur wenigen Anbauten der Polenlärchen im Provenienzversuch erklärt sich hieraus auch das hohe Arealmittel von 91,0 mm.

Die Karpatenprovenienzen zeigen nur eine unterdurchschnittliche Entwicklung des Durchmessers, die in etwa mit der der geringwüchsigen Gruppe der Alpenlärchen vergleichbar ist.

Für die Herkunft Schlitz läßt sich bei einem Mittelwert von 91,3 mm und einer Streuung von $\pm 7,86$ der Anbauorte um diesen Wert die gleiche Standortsanpassungsfähigkeit wie beim Höhenwachstum feststellen.

Für die sichtlich geringeren Durchmesser der Prüfglieder auf den Versuchsflächen Nr. 52 und 53 trifft die Erklärung bei der Höhenauswertung in gleicher Weise zu.

Um den Einfluß von Erbanlagen und Umwelt auf die Entwicklung des Durchmessers prüfen zu können, ist für 9 Prüfglieder (Alpen Nr. 2, 9, 47, 54; Sudeten Nr. 37, 40, 49; Karpaten Nr. 51 und Schlitz Nr. 28) eine Varianzanalyse mit den Ergebnissen der Messungen auf den Versuchsorten Nr. 50 - Thiergarten 45 b, Nr. 51 - Thiergarten 76 a, Nr. 53 - Großenlöder 69 und Nr. 58 - Großenlöder 10 gerechnet worden. 4 fehlende Werte sind mit Hilfe der Methode der "kleinsten Quadrate" (HARVEY 1966) ergänzt. Der standortsbedingte Versuchsfehler je Fläche muß unberücksichtigt bleiben, da die Zahl der Wiederholungen nicht in jedem Falle gleich ist. Die Mittelwerte der Wiederholungen je Prüfglied und Versuch sind nach Überprüfung ihrer Differenzen auf Übereinstimmung gepoolt und in die Streuungszersetzung eingesetzt worden (Durchmesser in mm).

Ergebnis der Varianzanalyse

	FG	SQ	MQ	F	Varianzkomponenten	
					absolut	%
Herkünfte	8	848,46	106,06	2,75*	16,86	21
Orte	3	800,36	266,79	6,91**	25,35	31
Fehler	24	926,78	38,62		38,62	48

35

Mit 21 % ist der genetische Anteil an der Ausbildung des Durchmessers relativ gering. Eine Erklärung hierfür findet sich jedoch in dem ausgeprägten Standortseinfluß und in der sicherlich hohen Versuchsfehlerkomponente, die zu einem erheblichen Teil auf das Poolen der Wiederholungen zurückgeführt werden muß, was jedoch aus den Verhältnissen der Versuchsanlagen selbst unumgänglich ist.

Um weitere Auswertungen vereinfachen zu können, wird das Verhältnis von Höhe und Durchmesser zueinander an Hand der Meßwerte 1971 geprüft. Der Schlankheitsgrad ist zwar abhängig vom Alter und Standort, es erscheint aber vertretbar, für die Durchmesser-Höhen-Relationen eine lineare Regression der Form $y = a + bx$, in der y die Höhen und x die Durchmesser darstellen, zu berechnen und das Ergebnis den weiteren Ausführungen zu Grunde zu legen.

Ergebnis:

a = 4,95	FG-Gerade	= 1
b = 0,92	FG-Gruppen (N-2)	= 78
r = 0,94	F _{Reg.}	= 551,93***
	F _{Korr.}	= 551,03***

Die hohe Absicherung des Korrelationskoeffizienten zeigt an, daß Durchmesser und Höhe grundsätzlich in strenger Beziehung stehen. Die tatsächlichen Höhen variieren im Durchschnitt mit 7,5 % nur geringfügig um die errechneten Erwartungswerte. Daher ist es berechtigt, auch wenn dem Schlankheitsgrad, speziell in diesem frühen Aufnahmestadium, nur begrenzte Aussagefähigkeit zukommt, Höhe und Durchmesser gemeinsam zu behandeln und zu unterstellen, daß Ergebnisse des einen Merkmals auch auf das andere bezogen werden können.

Der aus den arithmetischen Mittelwerten für Höhe und Durchmesser über alle Versuchsflächen ermittelte Quotient des Schlankheitsgrades läßt bei den Herkünften innerhalb der Teilareale des Lärchenverbreitungsgebietes eine gewisse Einheitlichkeit erkennen.

	<u>Herkunft</u>	<u>Schlank-</u> <u>heitsgrad</u>		<u>Herkunft</u>	<u>Schlank-</u> <u>heitsgrad</u>	
abnehmende Vollholzigkeit ↓	<u>Sudeten:</u>	50	0,90	<u>Alpen:</u>	57	0,86
		49	0,90		54	0,85
		40	0,90		2	0,84
		39	0,90		9	0,82
		37	0,88		47	0,82
					58	0,80
	<u>Schlitz:</u>	28	0,85		18	0,74
	<u>Karpaten:</u>	53	0,86	<u>Polen:</u>	44	0,77
		52	0,83		43	0,71
		51	0,83		42	0,71

Die Sudetenlärchen erweisen sich den Alpen- und Karpatenherkünften gegenüber als geringfügig vollholziger, zudem treten bei ihnen praktisch keine herkunftsspezifischen Differenzierungen auf. Mit Quotienten zwischen 0,77 und 0,71 sind die polnischen Herkünfte von allen Prüfgliedern am abholzigsten.

413 Volumen des Kreisflächenmittelstammes

Der Vergleich der Massenmittelstämme je Provenienz und Fläche in Abb. 4 läßt die bei der Höhen- und Durchmessererauswertung festgestellte Überlegenheit der Sudetenherkünfte besonders deutlich sichtbar werden. Von den Alpenprovenienzen zeigen nur die Herkünfte Nr. 58 - Deutschlandsberg und Nr. 57 - Golling eine vergleichbare Leistung. Der hohe Massenzuwachs der polnischen Herkunft Nr. 44 - Mala Wiés ist auf ihre vergleichsweise überdurchschnittliche Durchmesserentwicklung zurückzuführen, jedoch bleibt gerade bei diesem Prüfling die in Abschnitt 412 festgestellte Abholzigkeit zu beachten. Die Schlitzer Lärche ist leistungsmäßig der Gruppen der Sudetenprovenienzen ebenbürtig. Für den Versuchsort Nr. 52 - Thiergarten 185 ist keine Berechnung durchgeführt worden, da Höhen und Durchmesser zu gering sind.

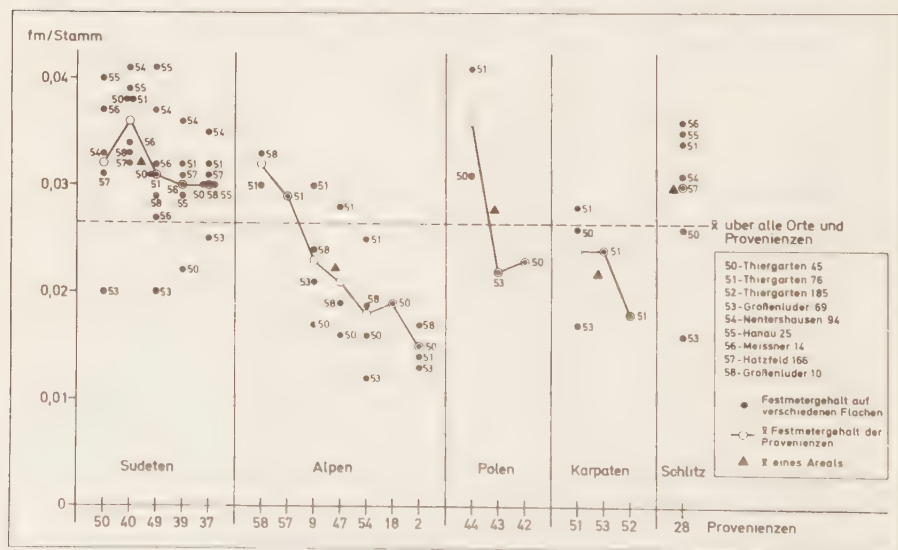


Abb. 4 Derholzleistung des Massenmittelstammes der Provenienzen im Alter 13 Jahre

Der Einfluß der genetischen Komponente kommt bei der Volumenzunahme stärker zum Ausdruck als etwa bei der Durchmesserentwicklung, wie eine Varianzanalyse mit denselben Prüfgliedern und Anbauorten aus der Streuungserlegung in Abschnitt 412 ergibt. Die Daten für die Varianzanalyse des Festmetergehalts sind der Tab. IV des Anhangs entnommen.

Varianztabelle

	<u>FG</u>	<u>SQ</u>	<u>MQ</u>	<u>F</u>	<u>Varianzkomponenten</u>	
					<u>absolut</u>	<u>%</u>
Herkünfte	8	0.0970	0.0121	8,64**	0.0027	40
Orte	3	0.0763	0.0254	18,14**	0.0027	40
Fehler	24	0.0328	0.0014		0.0014	20
Gesamt	35					

Herkünfte und Orte haben mit je 40 % den gleichen Anteil an den Variationsursachen, auf den Versuchsfehler entfallen nur 20 %.

Die hohe Absicherung ($P = 1\%$) der Differenzen zwischen den Derbholzmassen der Mittelstämme der Provenienzen lassen erkennen, daß bereits im Alter von 13 Jahren trotz großer Standortsunterschiede das durch die Erbanlagen bedingte Leistungsvermögen der Prüfglieder in dem Herkunftsversuch klar zum Ausdruck kommt.

Um den Zusammenhang zwischen Höhenwachstum und Massenleistung zu prüfen, ist mit den entsprechenden Mittelwerten je Herkunft und Anbauort eine Regressionsanalyse gerechnet worden.

Ergebnis:

a = 14,27	FG-Gerade	= 1
b = 0,06	FG-Gruppen (N-2)	= 66
r = 0,83	F _{Reg.}	= 143,40***
	F _{Korr.}	= 143,32***

Die Beziehungen zwischen den beiden Ertragsgrößen erweisen sich als ausgesprochen straff, wie sich aus der Höhe des Korrelationskoeffizienten und seiner Prüfung mit dem F-Test ergibt ($P = 0,1\%$).

In Abb. 5 sind die Regressionsgeraden für den Derbholzgehalt des Massenmittelstammes und den durchschnittlichen Brusthöhendurchmesser in Abhängigkeit von der arithmetischen Mittelhöhe im Alter von 13 Jahren dargestellt. Die Regressionen verlaufen linear.

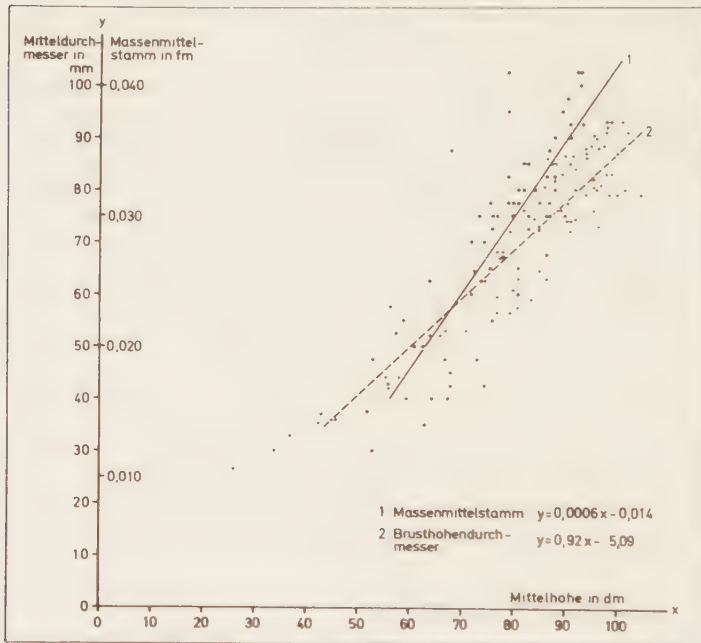


Abb. 5 Abhängigkeit der Derbholzmasse des Massenmittelstammes und des mittleren Brusthöhendurchmessers von der Mittelhöhe - Alter 13 Jahre, Provenienzversuch

414 Adaptationsfähigkeit der Herkünfte

Die waldbauliche Praxis erwartet von der Provenienzforschung die Empfehlung gutwüchsiger und weitgehend resistenter Herkünfte. Da Sudetenprovenienzen in zahlreichen Versuchen ihre vorzüglichen Eigenschaften bewiesen haben, werden sie für den Anbau der europäischen Lärche im mitteleuropäischen Raum meist an erster Stelle genannt.

CIESLAR spricht sich schon 1899 für Sudetenlärchen auf Tief- und Mittelgebirgslagen aus. Später (1914) führt er als Begründung für die Leistungsüberlegenheit der Sudetenprovenienzen deren hohe Stammzahlhaltung an. RUBNER (1941) rät anhand der Ergebnisse eines Provenienzversuchs im Erzgebirge zur Wahl von Sudetenherkünften, allerdings nur in Lagen bis etwa 700 m Seehöhe. Auf höher gelegenen Standorten wird keine befriedigende Leistung mehr erreicht.

In seiner zusammenfassenden Darstellung der Befunde der seit der Jahrhundertwende in Mitteleuropa angelegten Lärchen-Herkunftsversuche setzt SCHOBBER (1958) bei seinen Herkunftsempfehlungen für den nord-, mittel- und westeuropäischen Bereich Sudetenlärchen an die Spitze seiner Aufzählung.

MÜNCH (1936) und TSCHERMAK (1933) fordern auf Grund ihrer Untersuchungen zwar ebenfalls den Anbau von Sudetenprovenienzen, daneben weisen sie aber auch darauf hin, daß Herkünfte niederer Lagen aus dem Alpenareal auf den entsprechenden Standorten in gleicher Weise geeignet erscheinen. Ähnliche Feststellungen werden von ZIMMERLE (1941) getroffen, und PINTARIĆ (1973) spricht für jugoslawische Lärchenstandorte neben einer Sudetenherkunft der Wienerwaldlärche den besten Anbauwert zu.

Die ausgesprochene Befürwortung des Anbaus von Sudetenlärchen entspringt den Beobachtungen örtlicher Versuchsanlagen, denen an sich mangels Wiederholungen auf anderen Standorten mit denselben Herkünften nur ein räumlich begrenzter Aussagewert beigemessen werden darf. Das Nachweisen der Wuchsüberlegenheit von Sudetenprovenienzen auf verschiedenen, räumlich weit voneinander entfernt liegenden Versuchsfeldern mit differenzierten Umweltfaktoren (u.a. RUBNER 1938; DENGLE 1942; SCHMIDT 1955; TROEGER 1962; STASTNY 1966; MERKEL 1971) läßt die Annahme zu, daß Sudetenherkünfte offensichtlich über eine größere "ökologische Streubreite" (BERKNER 1930) als Provenienzen aus anderen Verbreitungsgebieten verfügen. Um diese Frage eindeutig beantworten zu können, wird die Adaptationsfähigkeit der Prüflinge der des Provenienzversuchs über die Ergebnisse der auf den Versuchsfeldern Nr. 50 - 58 durchgeführten Höhenmessungen mit Hilfe

der von FINLAY und WILKINSON (1963) und WRICKE (1965) entwickelten Methoden zur Bestimmung der Ökovalenzen untersucht, wobei die Ökovalenzen quantitative Maße für die ökologische Anpassung der Prüfglieder an die Umweltbedingungen darstellen (WRICKE 1964).

Für Herkünfte, die an vielen Orten wiederholt sind, berechnet das Modell FINLAY-WILKINSON eine lineare Regression zwischen den individuellen Leistungen an den entsprechenden Orten und dem Ortsdurchschnitt. Das Verhalten der Provenienzen wird durch den Regressionskoeffizienten und die durchschnittliche Höhenwuchsleistung über alle Anbauorte charakterisiert. Herkünfte mit einem Koeffizienten von 1 oder um 1 haben nach FINLAY und WILKINSON eine mittlere phänotypische Stabilität, d.h. ihr Leistungsniveau ändert sich im selben Verhältnis wie das Versuchsmittel. Herkünfte mit einem Regressionskoeffizienten über 1 zeigen eine unterdurchschnittliche Stabilität an, sie erbringen auf optimalen Standorten überdurchschnittliche Leistungen, reagieren jedoch durch nachlassendes Wachstum empfindlich auf ungünstigere Verhältnisse. Provenienzen mit einem Koeffizienten von unter 1 beweisen überdurchschnittliche Stabilität, sie zeigen zunehmende spezielle Anpassungsfähigkeit an geringere Standorte, vermögen gute Umweltverhältnisse aber nicht entsprechend auszunutzen. Wirtschaftlich interessant sind daher Herkünfte mit hohem Anpassungsvermögen und überdurchschnittlicher Wuchsleistung.

Die Berechnung der Regressionskoeffizienten erfolgt nach der Gleichung $y = a + bx$ für das Alter 13 Jahre. Tab. 4 gibt die Durchschnittshöhen, Regressions- und Korrelationskoeffizienten sowie deren F-Werte zur Signifikanzprüfung wieder. Abb. 6 zeigt an einigen Beispielen die Höhenentwicklung von Herkünften im Verhältnis zum Gesamtmittel aus Orten und Prüfgliedern.

Ergebnisse:

Die Regressionskoeffizienten der Sudetenherkünfte mit Ausnahme des Prüfgliedes Nr. 37 liegen sehr nahe bei 1, d.h. diese Herkünfte reagieren ziemlich gleichgerichtet auf Standortsveränderungen und beweisen damit eine große Ökovalenz. Interessant ist weiter, daß

Tab. 4 Modell Finlay-Wilkinson
Durchschnittshöhen und Koeffizienten der Funktion
 $y = a + bx$

Herkunft	Mittel- höhe (mm)	a	b	r	F _{kor.}	Anzahl der Versuchsorte
2	55,7	2,37	0,80	0,91	9,68	4
9	71,6	17,56	0,76	0,96	23,91	4
47	62,3	-23,58	1,44	0,98	51,50	4
54	59,0	8,37	0,96	0,99	330,10	5
37	77,1	-13,21	1,14	0,97	114,75	9
39	77,2	- 0,52	0,99	0,98	141,09	7
40	84,0	- 4,29	0,99	0,91	30,69	8
49	83,3	1,91	0,93	0,90	24,25	8
20	63,3	- 2,24	0,94	0,98	75,75	5
51	64,0	- 3,75	1,02	0,94	16,61	4
52	51,9	- 5,97	1,23	0,99	438,65	3
28	79,5	- 2,50	1,03	0,95	44,59	7

sich die Provenienzen auch im Höhenwachstum nur geringfügig unterscheiden. Diese Tatsache erscheint bedeutsam, da hohe Ökovalenz nicht mit überdurchschnittlicher Leistung gekoppelt zu sein braucht, was bei den Herkunft Nr. 51 und 54 bestätigt wird (Abb. 7). Bei gleicher Ökovalenz ist die Leistung der Prüfglieder um so größer, je weiter sie nach rechts auf der Abszisse stehen. Mit einem Koeffizienten von 1,14 ist die Herkunft Nr. 37 - Krnov Albrechtice - noch nicht in die Gruppe der gegenüber Standortveränderungen empfindlichen Provenienzen einzureihen, was auch an ihren auf allen Versuchsorten durchweg guten Höhenwuchsleistungen zu erkennen ist.

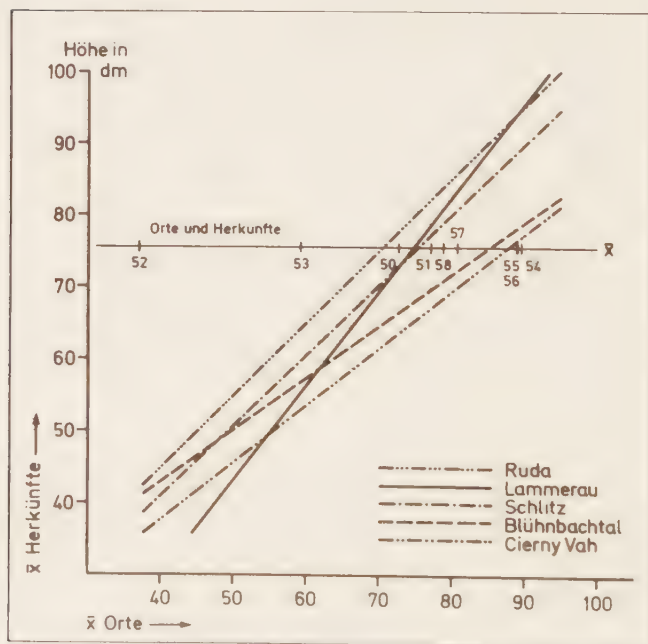


Abb. 6 Modell Finlay-Wilkinson
Höhenentwicklung einzelner Herkunftsorte im Verhältnis zum Gesamtmittel

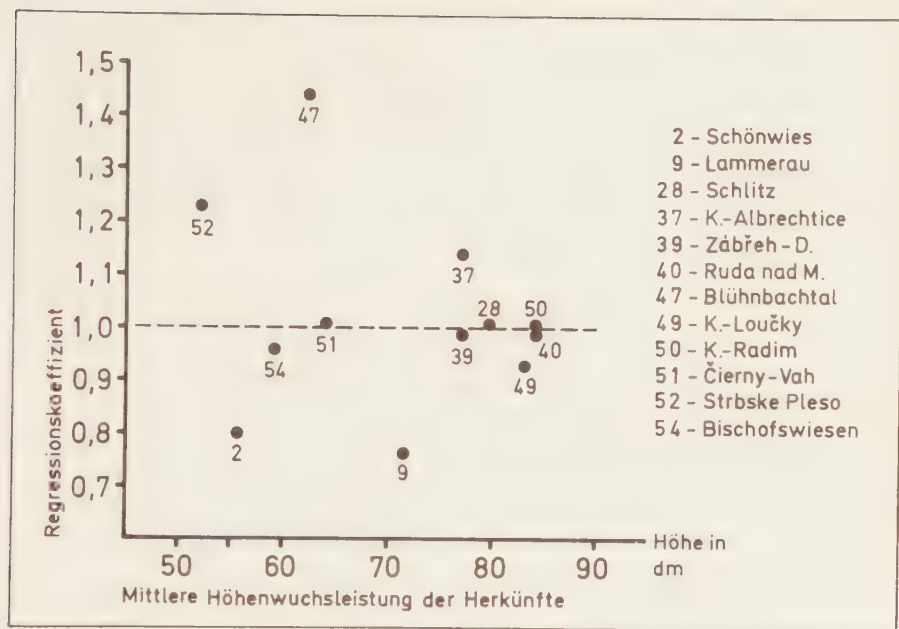


Abb. 7 Modell Finlay-Wilkinson
Vergleich zwischen Anpassungsfähigkeit der Herkünfte (reg.Koeff.) und ihrer mittleren Höhe über alle Versuchsorte

Mit 0,80 und 0,76 weisen die Alpenherkünfte Nr. 2 - Schönwies - und Nr. 9 - Lammerau - niedrige Regressionskoeffizienten auf und deuten damit ihre Anpassungsfähigkeit an ungünstigere Standortverhältnisse an. In keinem Fall, auch nicht auf dem ausgesprochen trockenen Versuchsort Nr. 53 - Großenlöder Abt. 69 -, übertreffen sie im Höhenwachstum die Sudetenprovenienzen. Innerhalb der Alpenprovenienzen nimmt die Wienerwaldlärche - Nr. 9 - wegen ihrer relativ noch befriedigenden Wuchsleistungen eine Spitzenposition ein und empfiehlt sich besonders für den Anbau auf mäßiger wasser-versorgten Standorten.

Die Herkünfte Nr. 47 - Blühnbachtal - und Nr. 52 - Strbské Pleso - lassen mit ihren hohen Regressionskoeffizienten auf unterdurchschnittliche phänotypische Stabilität und damit auf relativ gute Wuchsleistungen auf optimalen Standorten schließen. Ein Vergleich mit den Höhen der Sudetenprovenienzen auf entsprechenden Versuchsfeldern verdeutlicht, daß sie bei der Provenienzwahl aber dennoch in keinem Fall als Alternative zu diesen herangezogen werden sollten.

Bei Nr. 28 - Schlitz - ist erneut festzustellen, daß sie in Wuchsleistung und Anpassungsvermögen den Sudetenlärchen keineswegs unterlegen ist und daß somit ihr Anbauwert bestätigt wird. Die Analyse der Höhenmessungen nach dem Modell FINLAY-WILKINSON hebt die Sudetenprovenienzen und die Schlitzer Lärche gegenüber den mitgeprüften Herkünften wegen ihrer großen Ökovalenz, die mit überdurchschnittlicher Wuchsleistung gekoppelt ist, hervor. Daraus muß gefolgert werden, daß bei den zugrundeliegenden Standortverhältnissen die Herkunftswahl stets zugunsten dieser Provenienzen zu treffen ist.

WRICKE (1965) kritisiert an der von FINLAY und WILKINSON erarbeiteten Methode, daß ihre Anwendung eine lineare Beziehung zwischen den individuellen Leistungen der Herkünfte und dem entsprechenden Ortsdurchschnitt voraussetzt. Bei dem vorliegenden Untersuchungsmaterial ist diese Bedingung durch Linearitätstests bestätigt worden und auch an den hohen Korrelationskoeffizienten der Herkünfte ersichtlich (Tab. 4). Da das Modell aber nicht die Streuung der Werte um die Regressionsgerade erfaßt, kann nach WRICKE der Regressionskoeffizient nur Auskunft darüber geben, ob es sich um Intensivherkünfte (hoher Koeffizient, hoher Ertrag nur auf optimalen Standorten) oder Extensivherkünfte (Koeffizient unter 1, breite Standortamplitude, aber keine überdurchschnittlichen Leistungen auf guten Standorten) handelt.

WRICKE schlägt vor, zur Berechnung der Ökovalenz die Interaktionsvarianzen zu verwenden, um die Wechselwirkungen zwischen Genotyp und Anbauort zu berücksichtigen. Dabei wird die Interaktionsvarianz Herkünfte/Orte nach der Formel

$$W_i = \sum_j (x_{ij} - \frac{x_{i.}}{q} - \frac{x_{.j}}{p} + \frac{x_{..}}{pq})^2$$

in die Anteile, welche die einzelnen Provenienzen zur Interaktionskomponente beisteuern, aufgeteilt. Die Summe der Anteile aller Herkunftste über alle Orte entspricht dem Interaktions-SQ Herkunftste/Orte in der Varianzanalyse. In der Formel bedeuten:

- W_i = Anteil der i-ten Herkunft an dem SQ Herkunftste/Orte
 p = Anzahl der Herkunftste
 q = Anzahl der Versuchsorte
 x_{ij} = Höhe der i-ten Herkunft am j-ten Ort
 $x_{.j}$ = Summe der Höhen aller Herkunftste am Ort j
 $x_{i.}$ = Summe der Höhen für die Herkunft i über alle Orte
 $x_{..}$ = Summe aller Höhen

Da die Analyse vollständige Wiederholung aller Prüfglieder auf allen Versuchsorten voraussetzt, ist die Berechnung analog zur Streuungszerlegung für die Durchmesser nur für 9 Herkunftste auf 4 Flächen (Nr. 50, 51, 53, 58) durchgeführt worden. Für 4 fehlende Angaben sind die Höhenwerte anhand des Gesamtmaterials ebenfalls nach der Methode der "kleinsten Quadrate" (HARVEY 1966) ermittelt. Wegen ungleichmäßiger Wiederholungen der Herkunftste auf den einzelnen Versuchsfeldern kann die Varianzanalyse nur über die Herkunftsmittel je Fläche berechnet und der standortsbedingte Versuchsfehler nicht von der Interaktion Prüfglieder/Orte getrennt werden (Höhe in m).

Ergebnis der Varianzanalyse:

	FG	SQ	MQ	F	Varianzkomponenten	
					absolut	%
Herkunftste	8	10,89	1,36	4,29**	2,61	21
Orte	3	19,13	6,38	20,12**	6,73	54
Interaktion						
Herkunftste/Orte	24	7,61	0,32		3,17	25
Gesamt	35					

Für die 9 Provenienzen errechnen sich folgende Ökovalenzen:

Herkunft	Anteil an der Interaktions-SQ	
	absolut	in Prozent
2 - Schönwies	2,79	36,7
9 - Lammerau	0,37	4,9
47 - Blühnbachtal	1,73	22,7
54 - Bischofswiesen	0,09	1,2
37 - K.Albrechtice	0,14	1,8
40 - Ruda nad M.	0,37	4,9
49 - K.Loučky	0,80	10,5
51 - Cierny Váh	1,09	14,3
28 - Schlitz	0,23	3,0
	7,61	100,0

Geringe Anteile an dem Summenquadrat der Prüfglieder/Orte-Interaktion weisen auf eine hohe Ökovalenz der Provenienzen hin. Für die Beurteilung der Herkünfte ist diese Aussage jedoch nur in Verbindung mit der Wuchsleistung zweckmäßig, da sowohl gutwüchsige als auch langsamwüchsige Herkünfte hohe oder niedrige Anteile besitzen können. Für die Herkünfte Nr. 37, 40, 49 und 28 kann das Zusammenreffen von hoher Ökovalenz und bester Wuchsleistung festgestellt werden.

Um die in der obigen Analyse angedeutete mögliche Differenzierung hinsichtlich der Adaptationsfähigkeit bei den Sudetenprovenienzen eingehender zu prüfen, sind die Versuche Nr. 54 - 57, auf denen nur die Sudetenherkünfte und die Schlitzer Lärche stehen, gesondert nach dem WRICKE'schen Modell untersucht worden.

Varianztabelle				
	FG	SQ	MQ	F
Herkünfte	5	2,19	0,44	1,22 n.s.
Orte	3	11,65	3,88	10,78 **
Interaktion:				
Herkünfte/Orte	15	2,99	20,12	0,56 n.s.
Rest	48	17,13		
Gesamt	71			

Weder für die Herkünfte noch für den standortsbedingten Versuchsfehler ergeben sich signifikante Absicherungen. Die Ökovalenzen sind folgendermaßen aufgeteilt:

Herkunft	Anteil an der Interaktions-SQ	
	absolut	in Prozent
37 - K.Albrechtice	1,82	9,1
39 - Zábreh-D.	2,67	13,3
40 - Ruda nad M.	4,33	21,5
49 - K.Loučky	3,85	19,1
50 - K.Radim	3,76	18,7
28 - Schlitz	3,69	18,3
	20,12	100,0

Der in etwa gleich große Anteil der Herkünfte an der Interaktionsvarianz zeigt an, daß Unterschiede im Anpassungsvermögen nicht vorliegen.

Als Ergebnis der Untersuchungen nach den Methoden von FINLAY-WILKINSON und WRICKE ist festzustellen, daß das Adaptationsvermögen der Herkünfte zwischen den verschiedenen Arealen der europäischen Lärche sichtbar unterschiedlich ist. Die Sudetenlärchen verfügen durchweg über ein hohes Maß an Ökovalenz, die ihren Anbau über einen breiten Standortrahmen ermöglicht. Hiergegen spricht auch nicht die Tatsache des nur mäßigen Höhenwachstums auf der Versuchsfläche Nr. 53 - Großenlöder Abt. 69. Ursache ist hier die völlig unzureichende Bodenwasserversorgung, auf die alle Lärchenherkünfte, insbesondere

aber Sudetenprovenienzen, empfindlich reagieren (FISCHER 1949/50), so daß auf solchen Standorten der Lärchenanbau grundsätzlich auszuschließen ist.

Bei den Herkünften aus dem alpinen Verbreitungsgebiet besteht eine erhebliche Variabilität im ökologischen Verhalten, die auch LEIBUNDGUT und BERNEY (1971) bei ihren Untersuchungen an Sämlingspflanzen beobachteten. Der Grund für das unterschiedliche Reaktionsverhalten dürfte der mannigfaltige Selektionsdruck sein, dem die Alpenlärchen vermutlich stärker als Herkünfte anderer Areale ausgesetzt sind.

Durch die Ergebnisse des in Hessen angelegten Teilversuchs des II. Internationalen Lärchen-Provenienzversuchs wird bestätigt, daß Sudetenprovenienzen wegen ihrer großen Standortstoleranz und ihres hervorragenden Höhenwachstums bei Herkunftsempfehlungen, zumindest für das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit, zu Recht an erster Stelle zu nennen sind. Ein ähnlicher Rang muß aber auch der Schlitzer Lärche eingeräumt werden.

415 Schätzwerte für die Heritabilitäten der quantitativen Eigenschaften

Für Folgerungen aus den Ergebnissen eines Provenienzversuchs ist es bedeutsam zu wissen, welchen Anteil die einzelnen Effekte zur Gesamtvarianz eines Merkmals beitragen. Da die Heritabilität oder der Grad der Erblichkeit angibt, in welchem Umfang die genetisch bedingte Varianz an der gesamten phänotypischen Varianz beteiligt ist (LE ROY 1960), läßt sie auch Rückschlüsse zu, bei welchen Eigenschaften durch Züchtung wirkungsvoll Veränderungen in den Nachkommen gegenüber dem Ausgangsmaterial zu erreichen sind oder anders ausgedrückt, bei welchen Eigenschaften züchterische Maßnahmen über die kürzere Zeit den größtmöglichen Erfolg versprechen. Mit dem Grad der Heritabilität werden gleichzeitig der züchterische Wert des Untersuchungsmaterials und der Züchtungsmethode angesprochen.

In den Abschnitten 412 und 414 sind Streuungszerlegungen für Höhe und Durchmesser für 9 Herkünfte und 4 Versuchsorte durchgeführt worden. Bei den einzelnen Merkmalen unterscheiden sich die Herkünfte stets signifikant auf dem 5 %- oder 1 %-Niveau, so daß diese Varianzanalysen auch für die Herleitung der Schätzwerte der Heritabilitäten bei den jeweiligen Eigenschaften zugrunde gelegt werden können.

Tab. 5 Schätzwerte für die Heritabilitäten quantitativer Eigenschaften bei 9 Provenienzen auf 4 Versuchsorten

Merkmal	Mittelwert	Streuung	Heritabilität (h^2)
Höhe 1965	24,4 dm	$\pm$ 5,38	0,24
Höhe 1971	72,3 dm	$\pm$ 10,37	0,21
BHD 1971	85,4 dm	$\pm$ 9,47	0,21

Tab. 5 läßt erkennen, daß die Heritabilität von Höhe und Durchmesser etwa gleich groß ist. Die zusätzlich an Hand der Messungen 1965 berechnete Heritabilität der Höhe im Alter von 7 Jahren zeigt eine gute Übereinstimmung mit dem aus der Aufnahme 1971 ermittelten Wert. Mit dieser Tatsache bestätigt sich die in Abschnitt 411 festgestellte straffe Korrelation ($P = 1 \%$) bei dem Höhenwachstum der Provenienzen zwischen den beiden Erhebungsjahren.

Eine Ursache für die relativ geringen Heritabilitäten ist, daß bei der Berechnung der Heritabilität im weiteren Sinne im Nenner des Bruchs die Komponente der Umweltvarianz enthalten ist. In den entsprechenden Varianzanalysen für die 9 Prüfglieder ist der Anteil der Umweltvarianz an der Gesamtvarianz stets größer als der der genetisch bedingten Varianz, was einerseits auf die erheblichen standörtlichen Unterschiede zwischen den Versuchsorten deutet, andererseits aber auch, in Verbindung mit den signifikanten Differenzen bei den einzelnen Merkmalen zwischen den Herkünften, als Hinweis auf das unterschiedliche, genetisch bedingte Leistungsvermögen der verschiedenen Herkünfte zu werten ist.

Daß die genetisch bedingten Leistungsunterschiede auf Provenienzebene innerhalb des Verbreitungsgebietes der europäischen Lärche größer sind als über die in Tab. 5 berechneten Heritabilitäten zum Ausdruck kommt, läßt sich unter Einbeziehung aller in dem Provenienzversuch enthaltenen Prüfglieder und Anbauorte beweisen. Zu diesem Zweck werden die Mittelwerte der Einzelmerkmale je Prüfglied (Tab. I - IV Anhang) einer einfachen, unbalancierten Streuungszerglegung unterzogen (Programm ANOV 1 STAT-PACK 1970), bei der die Anbauorte Wiederholungen darstellen (Tab. 6). Dabei wird allerdings nicht die Heritabilität geschätzt, dies ist nur bei orthogonalen Anlagen möglich, sondern der Anteil der genetischen Variation an der Gesamtvariation.

Tab. 6 Schätzwerte für die genetische Variation der
quantitativen Eigenschaften bei den Provenienzen

Merkmal	FG	F-Wert	Mittelwert	Streuung	genetische Variation
Höhe 1965	20	2,08*	24,6	$\pm$ 6,87	0,24
Höhe 1971	20	3,04**	71,4	$\pm$ 17,21	0,36
BHD 1971	20	3,73**	83,4	$\pm$ 17,60	0,42
fm-Gehalt 1971	18	5,04**	0,028	$\pm$ 0,008	0,53

Der genetische Einfluß auf die Ausbildung der quantitativen Merkmale wird stärker ausgeprägt als bei den oben verglichenen 9 Herkünften, was sich einfach aus dem verbreiterten Herkunftsspektrum erklärt, das eine größere genetische Variationsbreite umfaßt.

Die genetische Variation ist bei der Volumenleistung am größten, woraus zu folgern ist, daß vom rein ertragskundlichen Standpunkt aus durch die Provenienzwahl ein erheblicher Einfluß auf die künftige Ertragsleistung neu begründeter Lärchenanbauten genommen werden kann. Für die Schätzung des möglichen genetischen Gewinns sind zwei Ausleseintensitäten angenommen worden: $S_1 = 1\sigma$, das entspricht rd. 15 % der phänotypisch besten Provenienzen und $S_2 = 1,64\sigma$, das sind rd. 5 % der besten Herkünfte. Die Heritabilitäten

bzw. der Anteil der genetischen Variation sind den Tab. 5 und 6 entnommen. Als Mittelwerte der Auslesepopulation sind die Auslesegrenzen unterstellt, so daß die Gewinne bei den errechneten Heritabilitäten vorsichtigen Schätzungen entsprechen. Die tatsächlichen Mittelwerte der Auslesepopulation liegen bei $1,47\sigma = 7,5\%$ und $1,86\sigma = 2,5\%$.

Merkmal	Genetischer Gewinn bei 9 Provenienzen (Tab.5)				Genetischer Gewinn bei 21 Provenienzen (Tab.6)			
	absolut		% von $\bar{x}$		absolut		% von $\bar{x}$	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
Höhe 1965	1,29	2,12	5,3	8,7	1,65	2,70	6,7	11,0
Höhe 1971	2,18	3,57	3,0	4,1	6,20	10,16	8,7	12,2
BHD 1971	1,99	3,26	2,3	2,7	7,39	12,12	8,9	10,7
fm-Gehalt 1971	-	-	-	-	0,004	0,007	14,3	25,0

In der Zusammenstellung sind die möglichen Gewinne sowohl absolut (dm, mm, fm) als auch in Prozent des Mittelwertes ($\bar{x}$) der auszulesenden Populationen angegeben. Es ist zu erkennen, daß der mögliche Selektionsgewinn in seiner Höhe neben der Heritabilität auch durch die Ausleseintensität bestimmt wird. Wenn 5 % der phänotypisch besten Herkünfte aus dem Gesamtversuch ausgelesen werden sollen, wird bei 21 Prüfgliedern nur 1 Provenienz ausgewählt werden können. Daran wird deutlich, daß die Erzielung eines möglichst hohen genetischen Gewinns unter Einbeziehung mehrerer Provenienzen eine zahlenmäßig breite Prüfgliederbasis voraussetzt oder umgekehrt, bei einer begrenzten Zahl von Prüfgliedern ist unter Berücksichtigung der Variationsbreite der Merkmale des Untersuchungsmaterials die Selektionsintensität zu reduzieren, was gleichzeitig aber eine Minderrung der Höhe des genetischen Gewinns bedeutet.

416 Wuchsform

4161 Schafthaltung

Für die technische Verwertbarkeit des Holzes spielt die Ausformung des Schaftes eine bedeutende Rolle. Da über den Grad der Vollholzigkeit im vorliegenden Untersuchungsstadium des Provenienzversuches noch keine annähernd sichere Aussage möglich ist, sind entsprechende

Erhebungen unterblieben und als qualitative Stammeigenschaften nur die Krümmungsverhältnisse erfaßt worden.

In Tab. V des Anhangs sind für die einzelnen Prüfglieder die durchschnittlichen gewogenen prozentualen Anteile der geraden und gekrümmten Bäume über alle jeweiligen Anbauorte der Aufnahmen 1965 und 1971 wiedergegeben. Die Reihenfolge der Herkünfte richtet sich nach dem Prozentsatz der geradschaftigen Stämme. Weil die okulare Einschätzung der in Abschnitt 3121 beschriebenen Krümmungsgrade subjektiven Entscheidungen unterliegen kann, besonders bei dem differenzierten Schema der Aufnahme 1971, sind die Anteile der Provenienzen an den Boniturstufen gerade (1), mäßig gekrümmt (3) und stark gekrümmt (4) der beiden Erhebungsjahre einer Korrelationsanalyse unterzogen worden.

Ergebnis:

	r	B	FG	t-Wert
gerade	0,8005	64 %	19	5,82**
mäßig gekrümmt	0,7607	58 %	19	5,11**
stark gekrümmt	0,7413	55 %	19	4,81**

Die relativ hohen Korrelationskoeffizienten zeigen eine gute Übereinstimmung beider Erhebungen an, womit die Brauchbarkeit der Boniturschemata und die Aussagefähigkeit der Zustandserfassung bestätigt werden. Aus den Bestimmtheitsmaßen ist ersichtlich, daß die Schaftform bereits 1965 zwischen 55 und 64 % richtig vorausgesagt worden ist. Die absolut und relativ geringere Zahl zweischnüriger Stämme bei der zweiten Aufnahme beruht auf der Tatsache, daß Bäume mit ganz geringen Schaftformunregelmäßigkeiten in der Boniturstufe 2 - schwach gekrümmt - geführt werden, obwohl diese im technischen Sinne vielleicht gar keine Beeinträchtigung darstellen.

Abb. 8 gibt die relativen Häufigkeiten der Schaftausbildungen der Aufnahme 1971 wieder. Von den Sudetenherkünften hat Nr. 49 - Krnov Loučky - mit 41 % den höchsten Anteil gerader Stämme und liegt damit als einzige Provenienz dieses Areals deutlich über dem Gesamtdurchschnitt für die Boniturstufe 1. Die übrigen Sudetenprüfglieder weisen

im Mittel etwa 30 % lotrechter Bäume auf. Beachtenswert ist bei allen fünf Herkunftsn die weitgehende Übereinstimmung der Boniturstufenanteile untereinander, aber auch die Gleichmäßigkeit der Gruppierung der Schaftformklassen innerhalb jedes Prüfgebietes. Der χ^2 -Test zeigt bei einem errechneten Wert von 10,00 und 16 FG keine gesicherten Abweichungen (χ^2 für 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit = 26,30).

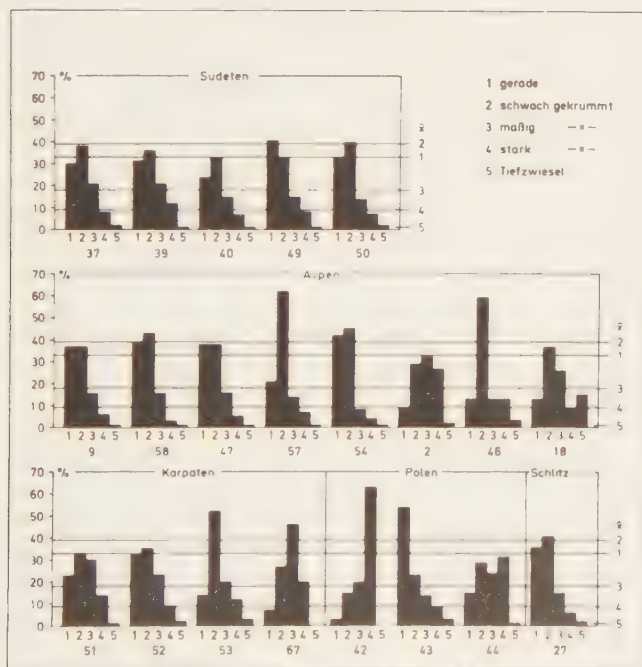


Abb. 8 Prozentuale Verteilung der Stammformen

Bei den Alpenlärchen sind erhebliche herkunftsspezifische Unterschiede zu erkennen. Die Provenienzen Nr. 9, 47, 54 und 58 deuten mit 37 - 41 % zweischnüriger Stämme und einem etwa gleich hohen Prozentsatz schwach gekrümmter Bäume auf gute Formeigenschaften hin. Bei den Herkünften Nr. 46 und 57 sind nur 13 bzw. 21 % geradschaftiger Individuen vorhanden, mit 60 % erreicht die Klasse 2 hier jedoch eine Spitzenposition. Eine zutreffende Beurteilung dieser Provenienzen erscheint schwierig, da das Verhältnis ausgesprochen gut- und schlechtformiger Stämme etwa gleich ist und aus der Stufe "schwach gekrümmt" die künftige Schaftformentwicklung nicht ausreichend sicher vorauszusagen ist. Mit 45 bzw. 65 % mäßig und stark gebogener Stämme müssen den Prüfgliedern 18 und 2 negativ zu bewertende Formeigenschaften zugesprochen werden.

Die Herkünfte des Karpaten- und polnischen Areals zeigen mit Ausnahme der polnischen Provenienz Nr. 43 - Blizyn - ein Überwiegen minderer Schaftqualitäten. Der Anteil krummwüchsiger Stämme ist so hoch, daß bei Ausscheiden dieser Bestandesglieder die Auflösung des Bestandesgefüges zu erwarten ist.

Die Häufigkeitsanteile der Alpen-, Polen- und Karpatenlärchen an den Boniturstufen sind hochsignifikant ($P = 1\%$) verschieden:

Alpen:	χ^2	=	208,00***	28 FG
Polen:	χ^2	=	111,90***	8 FG
Karpaten:	χ^2	=	48,80***	12 FG

Die Schaftformrelationen der Schlitzer Lärche weisen mit 36 % geraden und 41 % schwach gekrümmten Bäumen eine so große Zahl gutförmiger Individuen auf, daß bei dieser Provenienz stets mit einem vollbestockten Endbestand aus geradschaftigen Bäumen gerechnet werden kann. Es muß auch festgestellt werden, daß die Verhältnisse der Boniturstufen große Ähnlichkeit zu denen der Sudetenherkünfte erkennen lassen.

Die Boniturstufe 5 - Zwiesel - spielt insgesamt eine so geringe Rolle, daß sie für die Bewertung unberücksichtigt bleibt.

Da der Anteil zweischnüriger Stämme für den Anbauwert einer Provenienz von besonderer Wichtigkeit ist, werden die ermittelten Relativwerte dieser Boniturstufe der Flächen Nr. 50, 51, 53 und 58 von 9 Herkunftten in einer Varianzanalyse eingehender untersucht. Zu diesem Zweck sind die gewichteten Prozentzahlen - Tab. V Anhang - winkeltransformiert worden ($\arcsin \sqrt{\text{Prozent}}$; MUDRA 1958). Tab. 7 enthält das Ergebnis, das zeigt, daß von den 9 Prüfgliedern nur die Alpenherkünfte Blühnbachtal mit 54,8 % und Bischofswiesen mit 49,4 % eine überdurchschnittliche Anzahl absolut wuchsfehlerfreier Stämme aufweisen. 41 und 37 % geradschaftiger Stämme bei den Provenienzen Ruda und Lammerau können gerade noch als ausreichend hingenommen werden, bei den übrigen Prüfgliedern dagegen erscheint der Prozentsatz lotrechter Wuchsformen als zu gering. In Übereinstimmung mit Tab. V des Anhangs ergibt die Analyse, daß bestimmte Alpenprovenienzen in höherem Maße geradschaftige Stämme auszubilden vermögen als die in den Vergleich einbezogenen übrigen Herkunftte (Abb. 9, 10).

An der Varianztabelle fällt auf, daß sich der Standortseinfluß auf die Wuchsform des Schaftes fast doppelt so stark auswirkt wie die genetische Komponente. Ein Vergleich mit den entsprechenden Prüfgliedern der Aufnahme 1965 zeigt genau umgekehrte Verhältnisse:

Varianztabelle:

	FG	SQ	MQ	F	Varianzkomponenten
Einfluß der Herkunftte	8	6984,06	873,01	12,43**	54,1 %
Einfluß der Orte	3	2906,33	968,78	13,79**	26,9 %
Fehler	24	1886,17	70,26		19,0 %
Gesamt	35	11576,16			

Beide Streuungserlegungen ergeben zunächst einmal mit 99 %iger Wahrscheinlichkeit abgesicherte Unterschiede zwischen den Provenienzen und zeigen damit an, daß die Schafhaltung erbbedingt ist. Allerdings wird der Ausprägungsgrad durch Umwelteinwirkungen modifiziert. So sind bei den einzelnen Herkunftten auf verschiedenen Versuchsorten erhebliche Abweichungen der Prozentsätze gerader Individuen festzustellen - Tab. VI Anhang. Die Verringerung des Herkunftseinflusses

Tab. 7 Varianzanalytische Auswertung des Merkmals Geradschaftigkeit für 9 Herkünfte

Aufnahme 1971

Herkunft	$\bar{x}$ (%)	GD5% = 12,2	47	54	40	D i f f e r e n z			27	2	37
47 - Blühnbachtal	54,8		-	5,4	13,5*	17,6**	23,7**	23,9**	28,5**	28,6**	30,7*
54 - Bischofswiesen	49,4			-	8,1	12,2*	18,3**	18,5**	23,1**	23,2**	25,3**
40 - Ruda nad M.	41,3				-	4,1	10,2	10,4	15,0*	15,1*	17,2**
9 - Lammerau	37,2					-	6,1	6,3	10,9	11,0	13,1*
Mittel	35,3										
49 - K.-Loučky	31,1						-	0,2	4,8	4,9	7,0
51 - Cierny Váh	30,9							-	4,6	4,7	6,8
27 - Schlitz	26,3								-	0,1	3,2
2 - Schönwies	26,2									-	2,1
37 - K.-Albrechtice	24,1										-

Varianztablelle

	FG	SQ	MQ	F	Varianz- komponenten
Herkünfte	8	3094,77	386,85	5,39**	26,6 %
Orte	3	4133,09	1377,70	19,19**	49,1 %
Fehler	24	1722,63	71,78		24,3 %
Gesamt	35	8950,49			
P 5 % GD = 12,2					
P 1 % GD = 16,3					



Abb. 9 Alpenherkünfte
links: Nr. 9 - Lammerau, rechts: Nr. 2 - Schönwies



Abb. 10 Sudetenherkünfte
links: Nr. 40 - Ruda nad Moravou,
rechts: Nr. 39 - Zábřeh-Dubicko

und die Zunahme des Ortseffektes auf die Variationsursachen der zwei Erhebungsjahre erklärt sich folgendermaßen:

Bei der Aufnahme 1965 stehen die Flächen gerade zu Beginn der Dickungsphase. Bis zu diesem Zeitpunkt wirkt sich die gegenseitige Konkurrenz auf die Entwicklung der Einzelbäume in geringerem Maße aus als die inneren Anlagen. Die Schafthaltung spiegelt in erster Linie die herkunftsspezifischen Eigenschaften wider. Mit fortschreitender Bestandesentwicklung verschärft sich der Konkurrenzkampf. Das Wachstum des Einzelbaumes wird zunehmend durch die Wechselwirkungen zwischen Genotyp und Umwelt bestimmt. Die ungleichen Standortverhältnisse der Versuchsorte führen zu unterschiedlicher Höhenentwicklung bei den Einzelprovenienzen, die wiederum Ursache der innerspezifischen Schaftformvariation ist. Damit wird der hohe Anteil des Ortseinflusses an der Gesamtvarianz der Aufnahme 1971 verständlich. Nach Abschluß des Dickungsstadiums und Eintritt in das Stangenholzalter ist die heftigste Phase des Ausscheidungsprozesses überwunden, so daß für die Ausbildung der Schaftform die Erbanlagen wieder verstärkt zur Geltung kommen. Dieser Schluß muß aus den Untersuchungen von SCHÖBER und FRÖHLICH (1967) an dem "Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch" gezogen werden, die die genetische Komponente für die Schafthaltung an 32jährigen Lärchen mit 51 % bewerteten.

Für die Beurteilung der Schaftformverhältnisse liefert auch die Art des Formfehlers Ansatzpunkte. In Tab. VII des Anhangs ist in Prozentwerten das Auftreten von Säbelwuchs, Bogigkeit und Schlängelwuchs zusammengestellt. Im Mittel weisen nur 3,1 % der Bäume aller Herkünfte Säbelwuchs auf. Überdurchschnittliche Stammfußbiegungen sind auf der Fläche Nr. 57, einem recht steilen Hang, und Nr. 58, einer Kuppenlage zu erkennen. Dieser Umstand läßt darauf schließen, daß die Säbelwüchsigkeit bei Lärche umweltbedingt ist, in diesem Falle einmal durch die Hangneigung, zum anderen durch Windexposition. Zum Nachweis sind mit denselben Prüfgliedern und Versuchsorten der Tab. 7 Streuungszерlegungen für die drei Krümmungsarten gerechnet worden.

Ergebnisse:

	Varianzkomponenten in Prozent für		
	Herkünfte	Orte	Fehler
Säbelwuchs	-	36,8	63,2
Bogigkeit	-	-	100,0
Schlängelwuchs	12,1	65,9	22,0

Die Auswertung bestätigt die oben angeführte Folgerung. Über das Ausmaß des Säbelwuchses darf aus Tab. VII jedoch noch keine weitergehendere Wertung erteilt werden, da der Aufnahmezeitpunkt für eine solche Prognose zu früh erscheint.

Bogige Stammformen haben ihre Ursachen offensichtlich in Einwirkungen, die weder auf die genetischen noch standörtlichen Verhältnisse im engeren Sinne zurückzuführen sind. Mechanische, klimatische, tierische oder pflanzliche Beeinträchtigungen aller Art können solche Deformationen auslösen. In diesem frühen Entwicklungsstadium trägt aber auch der Konkurrenzdruck zur Ausbildung bogiger Stämme bei. Bereits im Höhenwachstum überschirmte Individuen versuchen durch entsprechende Stammbiegungen doch noch zu ausreichendem Lichtgenuß zu gelangen.

Mit 49 % ist etwa bei der Hälfte aller Bäume des Gesamtversuches Schlängelwuchs zu beobachten. Allerdings sind davon 59,1 % schwach, 28,9 % mäßig und nur 12,0 % stark geschlängelt. Der Varianzanteil von 12,1 % in der Streuungszersetzung deutet gewisse provenienzspezifische Anlagen zum Schlängelwuchs an, 2/3 der Variation sind jedoch der Umweltkomponente zuzuschreiben und beweisen damit den hohen Einfluß der Standortsfaktoren auf die qualitative Bestandesentwicklung. In diesem Falle bleibt aber auch das Alter von 13 Jahren des Versuches zu beachten. Das Ergebnis der Aufnahme zeigt einen momentanen Zustand an, aus dem lediglich zu schließen ist, daß die Prüfglieder sich in einer sehr intensiven Wachstumsphase befinden, in der die Ausformung des Schaftes bei Berücksichtigung der Konkurrenzsituation als eine Reaktion darauf angesehen werden muß. Dabei sind herkunftsspezifische Unterschiede festzustellen.

Es bleibt festzuhalten, daß die Anlagen der Schafthaltung genetisch fixiert und die Ausprägungsgrade eine provenienzgebundene Eigenschaft sind. Unter dem Einfluß der Umweltfaktoren wird eine provenienzeigene Reaktionsweise erkennbar, die zu einer erheblichen Variation der Merkmalsausbildung auf der Herkunftsebene führen kann. Die verschiedenen Arten der Schaftkrümmung lassen im Alter von 13 Jahren praktisch keine genetischen Ursachen erkennen, sondern sind allein auf äußere Einwirkungen beschränkt. Für eine kritische Beurteilung der Provenienzen wirkt sich das Konkurrenzverhalten während der Dickungsphase nachteilig aus, da durch gegenseitige individuelle Beeinflussung innerhalb der Provenienz der Einfluß der Erbanlagen überdeckt wird. Klarere Aussagen über den Anteil des Genotyps auf die Ausbildung der Schaftform sind jedoch vor und nach dem Dickungsstadium möglich.

4162 Kronenform und -stellung

Die Ausformung der Baumkrone und ihre Stellung ⁴ der Kronenschicht tragen maßgeblich zum Konkurrenzverhalten des Einzelbaumes bei. Da über die Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Bestandesglieder der quantitative und qualitative Gesamtertrag mitbestimmt wird, sind auch an Hand der Zusammensetzung des Kronendaches Hinweise zur Beurteilung von Herkunftsn zu erhalten. Die Abb. 11, auf der die relative Verteilung der Baumkronen auf die sechs Kronenklassen provenienzweise dargestellt ist, läßt erkennen, daß bei den Sudetenlärchen und der Herkunft Schlitz der Anteil der Bäume mit schmalen, dominierenden Kronen mit durchschnittlich 30 % auffallend hoch ist. Von den übrigen Prüfgliedern des Versuchs erreichen die wüchsigen Alpenherkünfte Nr. 9 - Lammerau, Nr. 57 - Golling und Nr. 58 - Deutschlandsberg mit 15 - 20 % einen etwa halb so hohen Wert in der entsprechenden Boniturstufe, alle anderen weisen sogar nur bis zu 10 % auf. Erwartungsgemäß bewegt sich der Prozentsatz der Bäume mit normal geformten, die Hauptschicht des Bestandesdaches bildenden Kronen - Kronenklasse 3 - bei fast allen Provenienzen zwischen 40 und 60. Ausnahmen stellen die polnischen Herkunft Nr. 42 - Gora Chelmovia mit nur 23 % und Nr. 43 - Blizyn mit 86 % dar.

Vergleicht man die Anteile an Protzen - Klasse 2 - zwischen den Herkünften, so ist praktisch kein Unterschied festzustellen, abgesehen von der Provenienz Gora Chelmová, die als einzige offensichtlich zu einem breiten Kronenwachstum neigt.

Durch Gegenüberstellung der Häufigkeiten einseitig, eingeklemmt und klein ausgebildeter Kronen - Stufe 4 - 6 - zur Anteilsumme der Kronenklassen 1 und 3 werden gewisse Differenzierungen zwischen den Teilarealen sichtbar. Bei den Sudetenprovenienzen und der Schlitzer Lärche liegt das Schwergewicht einheitlich auf Seiten der Bäume mit voller Bekronung, während bei den Alpen-, Karpaten- und Polenherkünften Prüfglieder vorkommen, die einen beachtenswerten Prozentsatz deformierter oder kleiner Kronen aufweisen, z.B. Nr. 2 - Schönwies, Nr. 47 - Blühnbachtal, Nr. 53 - Smokovec, Nr. 52 - Strbské Pleso und Nr. 42 - Gora Chelmová.

Da für eine statistische Auswertung die Bonitur von Kronenform und -stellung als zu grob erscheint, ist darauf verzichtet worden, den herkunftsspezifischen Einfluß auf dieses Merkmal eingehender zu untersuchen. Aus der Analyse der Abb. 11 kann aber gefolgert werden, daß bei den Sudetenprovenienzen der hohe Prozentsatz an Bäumen mit dominierenden Kronen gegenüber den anderen Prüfgliedern nicht ohne Einfluß auf ihre Wuchsüberlegenheit ist. Da trotz dieses Anteils frohwüchsiger Bäume weder die Zahl der Protzen noch die der unzureichend bekronten Individuen auffallend hoch ist, kann weiter geschlossen werden, daß bei den Sudetenlärchen bezüglich des Wachstums eine gewisse Ausgeglichenheit auf der Individualebene vorliegt, die Ursache eines homogenen Bestandesaufbaues ist. Damit ist ein weiterer Aspekt abgeleitet, der für eine waldbauliche Empfehlung der Sudetenherkünfte spricht.

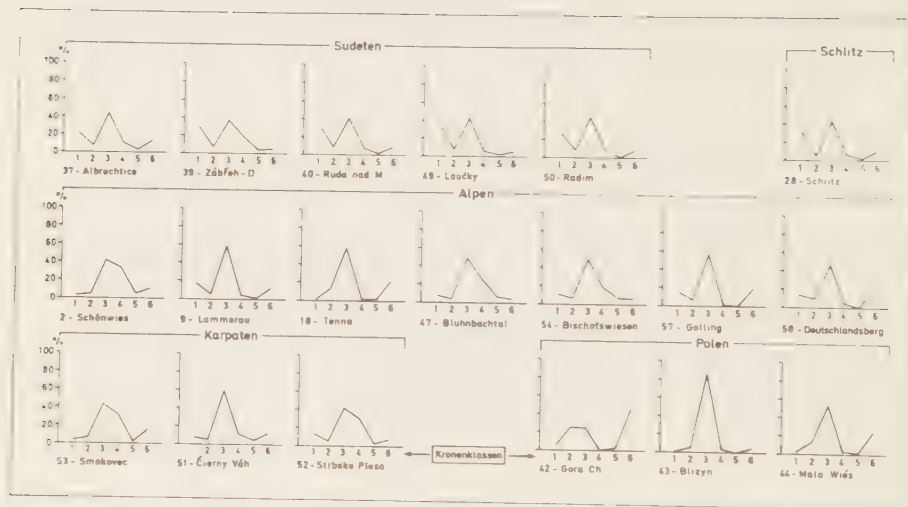


Abb. 11 Relative Häufigkeiten der Kronenstellung

4163 Beastung

Bei der Beurteilung von Nachkommenschaften kommt den Beastungsverhältnissen eine wesentliche Rolle zu. Das Ausladevermögen der Zweige ist nicht ohne Einfluß auf die Konkurrenzfähigkeit der Bäume und auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber klimatischen Einwirkungen. Die Qualität des Stammholzes wird je nach Verwendungszweck durch die Aststärke und die Verteilung der Äste über den Schaft maßgeblich mitbestimmt. Vom züchterischen Standpunkt ist es daher interessant zu erfahren, in welchem Maße Beastungsmerkmale erblich geprägt werden und durch züchterische Eingriffe beeinflussbar sind.

Aststellung

Für den Provenienzversuch ist die Stellung der Zweige I. Ordnung zum Schaft an Hand der Aufnahme 1971 in Abb. 12 für jede Provenienz dargestellt, wobei die relativen Häufigkeiten der Aststellungstypen das Gesamtmittel der Bonituren aller Versuchsorte wiedergeben.

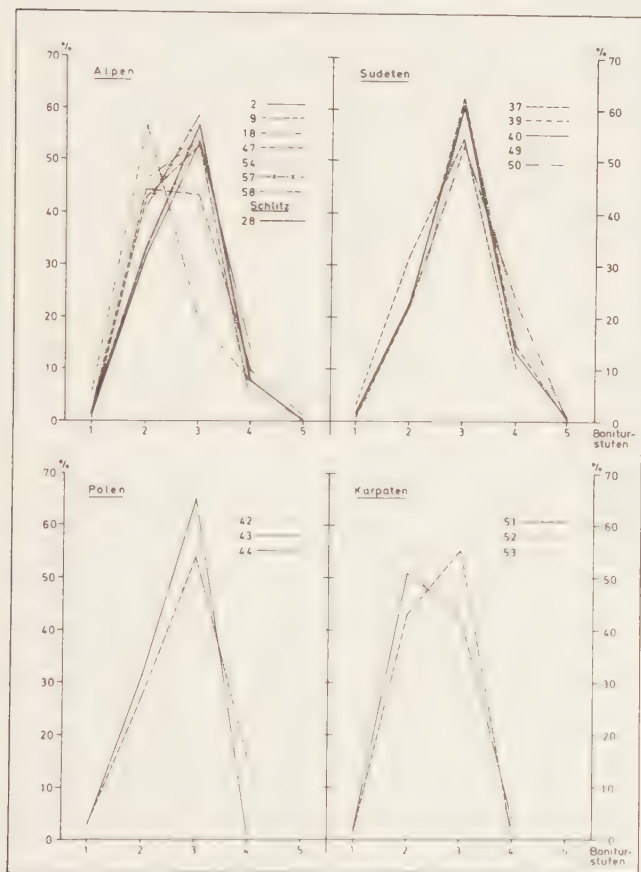


Abb. 12 Stellung der Zweige I. Ordnung zum Schaft

Mit einem Anteil von durchschnittlich unter 2 % sind im Alter von 13 Jahren kaum Bäume mit Ästen der Klasse 5 - abgesenkt - vorhanden. Die Ursache für diesen Zustand ist in der Tatsache zu suchen, daß Bestandesglieder mit einer derartigen Aststellung wegen unzureichender Konkurrenzfähigkeit gegenüber Bäumen mit einem anderen Bestattungshabitus frühzeitig ausscheiden. Diese Folgerung läßt sich durch die Beobachtungen von KLEINSCHMIT (1955) an Lärchen-Einzelstammabsaaten stützen, daß die Konkurrenzwirkung der Bestattung bereits im Verschulalter zur Geltung kommt und das Absterben konkurrenzschwacher Individuen beschleunigt. Da keine der Populationen des Herkunftsversuches eine nennenswerte Anzahl an Bäumen mit abgesenkten Zweigen aufweist, ist weiter anzunehmen, daß diese Aststellung rezessiver Steuerung unterliegt. Dies ergibt sich auch aus dem Aufnahmeergebnis für die Astklasse 5 im Jahr 1965 (Tab. VIII - Anhang), wo vor dem Dichtschluß der Flächen ein durchschnittlicher Anteil aller Provenienzen von unter 0,1 % bei dieser Klasse erreicht wird.

Der Anteil der Bäume mit steil aufgerichteten Ästen - Klasse 1 - beträgt im Mittel aller Provenienzen ebenfalls weniger als 2 %, so daß sich hier in gleicher Weise der Schluß aufdrängt, diesem Bestattungstyp eine geringe Konkurrenzfähigkeit beizumessen. Dagegen spricht allerdings, daß Bäume mit schmaler Krone und steil gestellten Zweigen erfahrungsgemäß stets zu den gegenüber zahlreichen Umwelteinflüssen widerstandsfähigen Typen zählen. Die Erntebestände der Prüfprovenienzen stocken auf Standorten in Höhenlagen von 180 - 1600 m. Die klimatischen Einwirkungen bei der natürlichen Selektion in diesen Lagen reichen nicht aus, in einer Population den Anteil erblich bedingter, schmalkronig-steilastiger Individuen so zu erhöhen, daß in den Nachkommenschaften dieser Bestände mit einem erheblichen Prozentsatz solcher Bäume zu rechnen ist. Mit durchschnittlich 1,8 % ist daher der steilastige Typ bei den untersuchten Provenienzen zwar zahlenmäßig nur gering vertreten, jedoch repräsentiert er offensichtlich den normalen Anteil solcher Bäume in den Populationen.

Um Unterschiede in der Aststellung zwischen den Provenienzen feststellen zu können, werden die entsprechenden Auswertungen auf die

Astklassen 2 - 4 bezogen, da auf sie der Hauptteil aller Bäume bei sämtlichen Herkunftsn entfällt (Abb. 12). Bei den Sudetenlärchen ist zu erkennen, daß alle 5 Provenienzen etwa die gleiche Verteilung auf diese drei Klassen aufweisen, wobei der Typ mit ausladenden Zweigen - Stufe 3 - eindeutig vorherrschend ist. Unter den Prüfgliedern aus dem Alpenareal sind sowohl Provenienzen vorhanden, bei denen die aufgebogene Aststellung dominiert, z.B. Nr. 58 - Deutschlandsberg mit 56,5 % und Nr. 54 - Bischofswiesen mit 48,5 %, als auch solche, deren Bäume hauptsächlich ausladende Äste tragen, z.B. Nr. 2 - Schönwies mit 53,4 % oder Nr. 9 - Lammerau mit 52,5 %. Mit 43,1 % aufgebogenen und 41,7 % ausladenden Zweigen stellt die Herkunft Nr. 47 - Blühnbachtal eine Mischung von schmal- und breitkronigen Beastungstypen dar. Bei den polnischen und Karpatenprovenienzen ist innerhalb der jeweiligen Teilareale ebenfalls keine in etwa gleichgerichtete Tendenz der Aststellung zu bemerken.

An Hand der Tab. VIII läßt sich ersehen, daß zwischen den Aufnahmen 1965 und 1971 im Durchschnitt aller Herkunftsn eine erhebliche Verschiebung der Häufigkeiten bei den Astklassen 2 und 3 stattgefunden hat: die Klasse 2 ist von 25,8 auf 40,7 % angestiegen, dafür ist der Anteil der Klasse 3 von 63,2 auf 48,9 % zurückgegangen. Bei den übrigen Klassen sind die Verhältnisse in etwa gleich geblieben. Betrachtet man die Mittelwerte je Klasse bei den Teilarealen, so fällt auf, daß sich bei den Sudetenlärchen und der Schlitzer Herkunft die Ergebnisse zwischen den beiden Aufnahmejahren nur geringfügig geändert haben, während bei den anderen Teilgebieten eine beachtliche Umstellung eingetreten ist.

Ein herkunftsspezifischer Einfluß auf die Stellung der Äste läßt sich ohne weiteres aus der Analyse der Abb. 12 herleiten. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Ergebnisse der Tab. VIII wird jedoch offenbar, daß die Ausprägung dieses Merkmals in hohem Maße auch umweltbeeinflusst ist. Werden die prozentualen Anteile der Aststellungsstufen 2 - 4 aus der Aufnahme 1971 auf die entsprechenden Ergebnisse von 1965 bezogen, so ergeben sich folgende Korrelationswerte:

	r	B	FG	t-Wert	
Stufe 2	- 0,2054	4 %	19	0,9137	n.s.
Stufe 3	- 0,3370	11 %	19	1,5596	n.s.
Stufe 4	0,2101	4 %	15	0,8318	n.s.

Aus der Korrelationsanalyse wird ersichtlich, daß das Ausladevermögen der Äste im Jugendstadium variabel ist. Im Alter von 7 Jahren wird gerade der Dichtschluß erreicht. Bis zu diesem Zeitpunkt vermögen die Pflanzen durch abstehende Zweige zu einem höheren Lichtgenuß zu gelangen als mit steil aufgerichteter Aststellung. Der Beweis für diese Folgerung liegt in der Tatsache, daß im Durchschnitt 25,8 % der Bäume aufgebogene und 63,2 % ausladende Äste tragen.

Mit zunehmendem Dichtschluß der Bestände würden sich die mehr waagrecht abstehenden Zweige gegenseitig überdecken und beschatten. Um ausreichend Licht zu erhalten, richten daher die Pflanzen ihre Äste stärker auf, wie deutlich an den Aufnahmeergebnissen 1971 mit durchschnittlich 40,7 % der Bäume in der Stufe 2 und nur noch 48,9 % in der Stufe 3 zu erkennen ist. Dieser Entwicklungsgang bestätigt sich auch in den negativen Vorzeichen der für die Stufen 2 und 3 errechneten Korrelationskoeffizienten.

Daß die Stellung der Hauptäste zum Schaft während der Bestandesentwicklung unter wechselnd starkem Einfluß von Erbanlagen und Umwelt zum Ausdruck kommt, ergibt sich auch aus der Errechnung der Streuungsanteile von Herkunft und Orten, die diese zur Gesamtvariation beitragen. In die entsprechenden Varianzanalysen sind 9 Herkünfte (Nr. 2, 9, 28, 37, 40, 47, 49, 51, 54) und 4 Versuchsorte (Nr. 50, 51, 53, 58) einbezogen worden, dem Rechengang liegt Winkeltransformation der Prozentwerte der Boniturstufen zugrunde. 1965 beträgt der Varianzanteil dieser Prüfglieder rund 45 %, 1971 lassen sich nur noch 10 % darauf zurückführen. Die Varianzkomponente der Orte ist dagegen vergleichsweise in dieser Zeit von 25 % auf 60 % angestiegen. Die Fehlerursachen wirken sich bei beiden Aufnahmen mit etwa 30 % aus. Als Anlaß für die starke Zunahme der Umweltkomponente

sind die unterschiedlichen Standortsverhältnisse zu sehen, auf die die Herkünfte in spezifischer Weise mit ihrem Höhenwachstum reagieren, wodurch letztlich wiederum infolge der Konkurrenz zwischen den Einzelbäumen ein mehr oder weniger starkes Aufrichten der Äste hervorgerufen wird.

Die Beobachtungen an dem Provenienzversuch bis zum Alter von 13 Jahren liefern keine Hinweise, daß in dieser Zeitspanne die Einschätzung der Aststellung als wesentliches Hilfsmittel zur Beurteilung von Herkünften herangezogen werden kann. Insbesondere belegen die niedrigen Korrelationskoeffizienten zwischen den Aufnahmen 1965 und 1971, daß dieses Merkmal nicht für Zwecke der Frühdiagnose geeignet ist.

Aststärke

Die Auswertungen über die Erhebungen der Aststärke haben zu der Feststellung geführt, daß durch die rein visuelle Einschätzung dieses Merkmals keine qualifizierenden Ergebnisse gefunden werden können. Aus Abb. 13 ist aber wenigstens zu entnehmen, daß die Aststärke auf der Ebene der Provenienzen eine gewisse Variation aufweist.

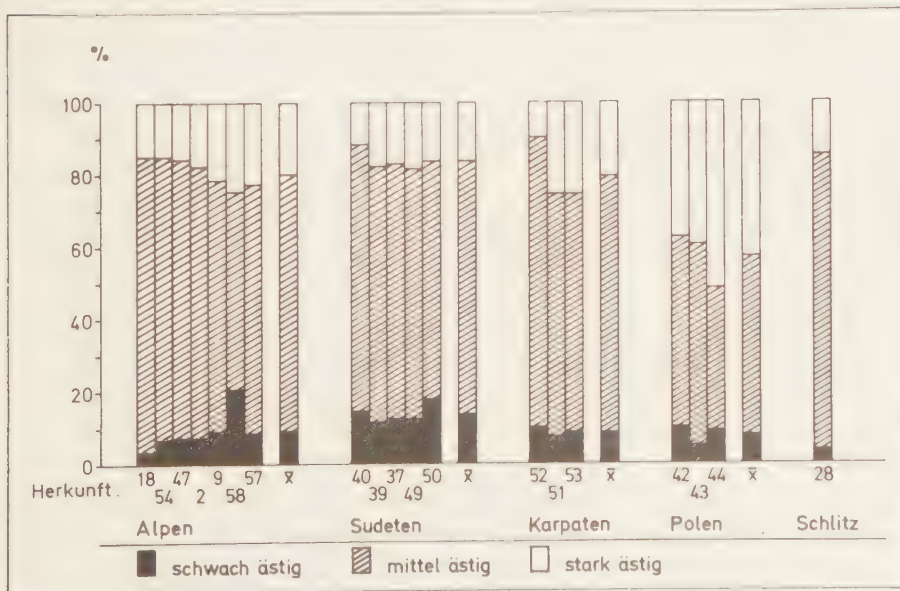


Abb. 13 Relative Aststärke der Provenienzen

Eine schärfere Trennung der Herkünfte wird durch das unzureichende Aufnahmeverfahren verhindert. Da der Durchmesser der Äste wesentlich die Qualität des Stammholzes bestimmt, sollte er bei künftigen Aufnahmen in geeigneter Weise gemessen werden, um gesicherte Grundlagen für eine züchterische Wertung dieser Eigenschaft zu erhalten.

Beastungsdichte

In gleicher Weise wie die Aststärke beeinflusst auch die Astdichte die Qualität des Stammes. Technisch hochwertiges Holz setzt lange, astfreie Internodien voraus.

Von den untersuchten Provenienzen zeichnet sich praktisch keine durch eine deutliche Quirlbildung der Äste ähnlich wie bei der Fichte aus - Abb. 14. Angedeutete Quirle weisen bei den Alpenherkünften im Mittel 55 % der Bäume auf, wobei jedoch eine starke herkunftsspezifische Streuung zu erkennen ist. Bei den Sudetenlärchen überwiegt mit knapp 70 % im Durchschnitt der Anteil der Bäume, bei denen die Äste ohne Quirlbildung gleichmäßig über den Schaft verteilt sind. Ähnlich beastet sind auch die Herkünfte aus Polen und Schlitz, während die Karpatenlärchen eine Mittelstellung zwischen Alpen- und Sudetenprovenienzen einnehmen.

Insgesamt bringt die Darstellung zum Ausdruck, daß die Prüfglieder aus dem Sudeten- und polnischen Areal sowie die Schlitzer Herkunft zu einer dichteren Beastung des Schaftes neigen als besonders die Alpenprovenienzen Nr. 18 - Tenna, Nr. 54 - Bischofswiesen, Nr. 47 - Blühnbachtal und Nr. 2 - Schönwies. Gegen eine eingehendere Wertung der Beastungsdichte als Qualitätsmerkmal spricht der Umstand, daß sie unbedingt in Verbindung mit der natürlichen Astreinigung gesehen werden muß. Da diese im Alter von 13 Jahren noch nicht sicher anzusprechen ist, wird auf eine züchterische Beurteilung der Beastungsdichte verzichtet.

Es soll auch nicht unerwähnt bleiben, daß gegen ein Hervorheben der Beastungsmerkmale, besonders Aststärke und -dichte, aus züchterischer Sicht die technischen Möglichkeiten der Ästung angeführt werden können.

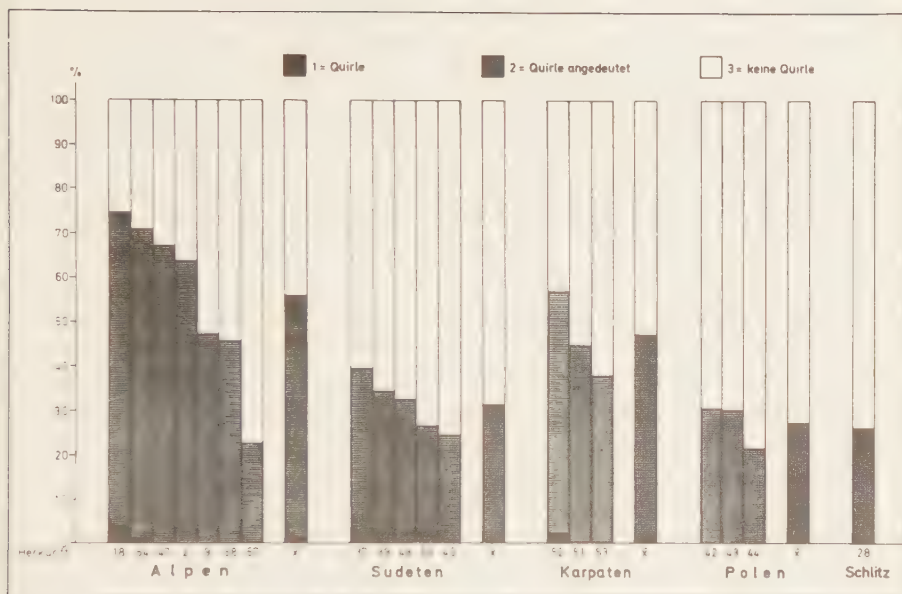


Abb. 14 Durchschnittliche Beastungsdichte der Provenienzen

4164 Bestandessoziologie

Der Eintritt in die Dickungsphase bedeutet für die Bestandesentwicklung das Einsetzen des intensiven individuellen Konkurrenzkampfes. Bei Lichtbaumarten scheiden Bäume der KRAFT'schen Klassen 4 und 5 mangels ausreichender Existenzbedingungen verhältnismäßig rasch aus, so daß der Massenzuwachs praktisch ausschließlich von Bäumen der Schichten 1 - 3 geleistet wird. Über den soziologischen Rang, den der Einzelbaum in gleichalten Reinbeständen erreicht, entscheiden in erster Linie seine Erbanlagen. Für einen gleichförmigen Bestandaufbau stellt daher genetisch einheitliches Vermehrungsgut neben anderen Faktoren eine wichtige Voraussetzung dar. Da nach MAGIN (1952) die Baumklassen in etwa ihrem relativen Anteil am Bestand entsprechend zum gesamten Grundflächen- und Volumenzuwachs beitragen, bietet die Erfassung der Bestandessoziologie einen Ansatzpunkt zur Einschätzung des herkunftsspezifischen Leistungsvermögens.

In Tab. IX des Anhangs sind die relativen Baumklassenanteile provenienz- und versuchsweise aufgeführt.

Mit 17,4, 47,1 und 24,6 % entfallen im Gesamtmittel zusammen 89 % der Bäume auf die Klassen 1 - 3, der Anteil der Klassen 4 und 5 liegt bei 11 %. Bei den Sudetenlärchen und der Schlitzer Lärche ist festzustellen, daß der Prozentsatz vorherrschender Bäume mit 27,4 % im Durchschnitt und nur 2,5 % Streuung der Herkunftsmittel um diesen Wert 10 % über das Bezugsmaß des Gesamtversuchs ragt. Der Vergleich mit den Alpenherkünften zeigt, daß hier insgesamt nur 13,3 % der Bäume im Mittel der Klasse 1 angehören und die Herkunftse mit 5,9 % doppelt so stark wie die Sudetenprovenienzen von diesem Wert abweichen. Die Prüfglieder aus dem Karpatenareal haben einen geringfügig höheren Anteil vorherrschender Stämme als die Alpenlärchen, bei den polnischen Herkunftse erscheint eine Aussage wegen zu geringer Versuchswiederholungen unsicher, im Durchschnitt weisen sie jedoch die geringste Zahl vorherrschender Stämme auf.

Die Schicht der herrschenden Bäume ist bei allen Provenienzen zwischen 40 und 50 % vertreten. Damit ist der Anteil dieser soziologischen Klasse am vorhandenen Bestand an sich unterrepräsentiert, was sich aber leicht aus dem Umstand erklärt, daß der Versuch im Alter 13 Jahre zu einem Zeitpunkt erfaßt worden ist, der am Anfang des Differenzierungsprozesses liegt und noch alle soziologischen Ebenen vorhanden sind. Weiter kommt hinzu, daß bis zur Aufnahme 1971 keine Läuterung stattgefunden hat.

Aufschlußreich für eine Beurteilung des Wuchsvermögens der Prüfglieder über die Bestandessoziologie zum Aufnahmezeitpunkt ist auch das größenmäßige Verhältnis der Baumklassenanteile zueinander. In Abb. 15 sind die relativen Häufigkeiten der KRAFT'schen Baumklassen 1 - 5 für die einzelnen Prüfglieder im gesamten Versuchsdurchschnitt wiedergegeben. Aus der Darstellung läßt sich ersehen, daß bei den Sudetenherkünften und der Provenienz Schlitz die Relation der Klassen 1:2:3 einheitlich etwa 0,6:1:0,4 beträgt. Bei den Alpenlärchen verschiebt sich dieses Verhältnis im Durchschnitt mit 0,3:1:0,6 in Richtung auf die herrschenden/mitherrschenden Schichten, wobei deutlich provenienzenspezifische Unterschiede zu erkennen sind. Für

die Karpatenherkünfte sind ähnliche Häufigkeiten der Baumklassen 1 - 3 wie bei denen des Alpenareals festzustellen, allerdings ohne wesentliche Herkunftsdifferenzierungen. Diese kommen dagegen sehr ausgeprägt bei den polnischen Prüfliegern zum Ausdruck, wobei das Verhältnis vorherrschender zu herrschender und mitherrschender Bäume mit 0,2:1:0,5 von allen Teilarealen am ungünstigsten für die dominierende Klasse liegt.

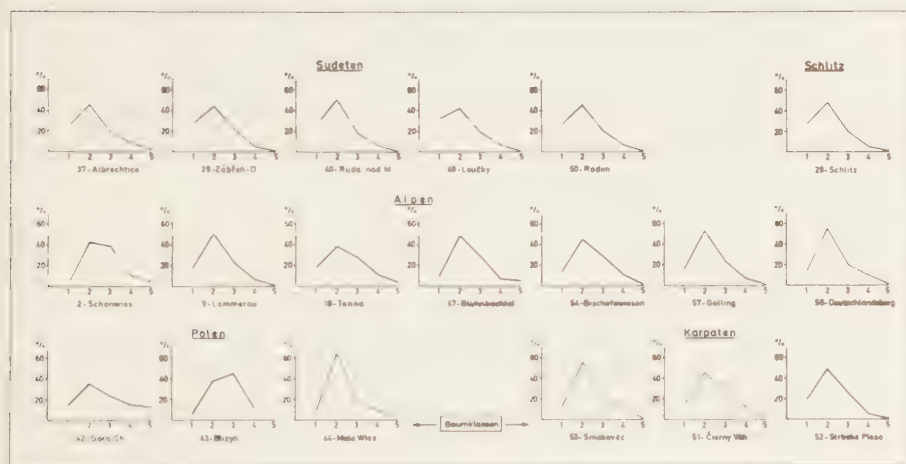


Abb. 15 Relative Verteilung der biologischen Baumklassen-Mittelwerte aller Versuchsflächen

Die Überlegenheit der Sudetenherkünfte in der Wuchsleistung gegenüber den mitangebauten anderen Provenienzen wird also auch durch die unterschiedlichen Häufigkeitsanteile der soziologischen Baumklassen beim Bestandesaufbau erklärt. Ein hoher Prozentsatz vorherrschender und herrschender Bäume spiegelt sich in der durchschnittlichen Bestandeshöhe wieder und gewährleistet zugleich einen

erheblichen Massenzuwachs. Wesentliche, die Aussagen des Versuchs ändernde Verschiebungen in der Höhenrangfolge der Provenienzen sind nicht zu erwarten, wie durch die Ergebnisse langjähriger Beobachtungen an Lärchen-Herkunftsversuchen festgestellt worden ist (RUBNER 1938, TROEGER 1962, HAASEMANN und SCHÖNBACH 1970).

Da die Umsetzungsvorgänge innerhalb einer Nachkommenschaft nicht endgültig geklärt sind, können durch Eintreten solcher Erscheinungen gewisse Leistungsverluste nicht ausgeschlossen werden. Untersuchungen des Instituts für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt München deuten jedoch daraufhin, daß sich die soziologische Stellung von Einzelbäumen bei Lärche im Alter zwischen 10 und 30 Jahren nicht ändert (DIMPFLMEIER 1958). In gleichaltrigen Lärchenreinbeständen kann daher über die Erfassung der Bestandessoziologie ein zusätzlicher Ansatzpunkt für die Bewertung der Prüfglieder gewonnen werden.

4165 Fruchtifikation

Da im Hochleistungswald der Anbau von im späten Alter und dann nicht überreichlich blühender Rassen und Bäume angestrebt wird (ROHMEDER 1972), sind die Kenntnisse über das Blühverhalten bei der Beurteilung und Empfehlung von Vermehrungsgut für rein waldbauliche Zwecke von einiger Bedeutung.

Die baumweise Erfassung des Zapfenanhangs aus der Blüte 1971 an allen 21 Provenienzen und auf allen Versuchsorten ergibt keinen Hinweis darauf, daß eine der Herkünfte zu frühzeitigem und starkem Fruchten neigt - Abb. 16. Im Gesamtdurchschnitt tragen 74 % der Bäume überhaupt keine Zapfen, 13,7 % haben bis zu etwa 10 Zapfen. Einen stärkeren Zapfenansatz, also 30 - 50 und mehr Zapfen weisen nur 4,2 % der Bäume auf, die überwiegend den KRAFT'schen Klassen 4 und, soweit noch lebend, 5 angehören. Auch wenn das Jahr 1971 bei der europäischen Lärche im norddeutschen Raum kein besonders gutes Samenjahr war, die Behangprozentage lagen zwischen 20 und 50 (v.SCHÖNBORN 1971), so können auf Grund der Aufnahmeergebnisse keine Hinweise auf blühwillige oder frühblühende Provenienzen aus dem Versuch gefunden

werden bzw. es gibt keine Anhaltspunkte dafür, daß die Wuchsleistung der einen oder anderen Herkunft durch Fruktifikation negativ beeinflußt sein könnte.



Abb. 16 Anteil der Bäume mit Zapfenansatz

4166 Schäden

Für die Anbauwürdigkeit von Provenienzen spielen die Pflanzenausfälle während des Jugendstadiums und die Anfälligkeit gegenüber biotischen und abiotischen Schadeinflüssen eine wichtige Rolle. Da der Ausprägungsgrad genetisch bedingter Resistenzeigenschaften durch Umwelteinflüsse mehr oder weniger stark modifiziert wird, können die Ergebnisse der Schadensbonituren weitere Hinweise zur Bewertung der Lärchenprovenienzen liefern.

In Tab. IX des Anhangs sind die relativen Pflanzenabgänge je Herkunft als Mittel der Prüfglieder je Teilareal und als Gesamtmittel zusammengestellt. Die Ausfälle im Kulturjahr, die insgesamt durchschnittlich bei rund 33 % der Ausgangspflanzenzahl liegen, werden in dieser Aufstellung nicht berücksichtigt, da sie durch Nachbesserung mit gleichalten Pflanzen ersetzt worden sind.

Im Alter von 13 Jahren beträgt somit die mittlere Ausfallquote aller Herkünfte 25 %. Damit beläuft sich die rein rechnerische durchschnittliche Bestockung bei einem Pflanzverband von 2 x 2 m auf 1875 Pflanzen je Hektar, das sind 88 % des Ertragstafelwertes I. Bonität, mäßige Durchforstung (SCHOBER 1949). Unter Berücksichtigung, daß der Tafelansatz für die Pflanzenzahlen für das Alter von 20 Jahren gilt, sind die durchschnittlichen Pflanzenverluste der Teilareale Alpen, Sudeten und Karpaten sowie der Schlitzer Herkunft als normal anzusehen. Mit 52 % Abgängen liegt die Bestockung der polnischen Provenienzen 44 % unter dem Ertragstafelwert und fällt damit gegenüber den anderen Teilgebieten deutlich ab. Ein Vergleich der Ausfälle zwischen den Prüfgliedern läßt erkennen, daß mit Ausnahme bei den polnischen Herkünften die Ursachen für die Pflanzenabgänge weniger unter dem Aspekt einer Provenienzeigenschaft als vielmehr bei den Standorts- und Umwelteinflüssen zu suchen sind. Die teilweise beachtlichen Abgänge auf der Versuchsfläche Nr. 50 - Thiergarten Abt. 45 erklären sich aus dem wechselfeuchten Bodenwasserhaushalt, auf der Fläche Nr. 53 - Großenlүder Abt. 45 sind die Ausfälle auf unzureichende Wasserversorgung zurückzuführen, zumal die zahlenmäßig meisten Verluste zwischen 1965 und 1971 zu

verzeichnen waren, und in Hanau Abt. 25 - Versuchsort Nr. 55 haben Mäusefraß und bedrängende Laubholzverjüngung den Lärchenbestand stark reduziert.

Eine eingehendere Ergründung der Ursachen für die Pflanzenabgänge lassen die Erhebungen nicht zu, zumal im Einzelfall nicht festgestellt werden konnte, in welchem Maße Trocknis, pflanzliche und tierische Schädlinge oder sonstige Anlässe zum Absterben der Bäume geführt haben. Werden jedoch die Pflanzenverluste im Kulturjahr und nach erfolgter Nachbesserung bis zur Aufnahme im Jahr 1971 gegenübergestellt, und zwar jeweils nur die Arealmittelwerte,

<u>Teilareal</u>	<u>Pflanzenverluste</u>		
	im Kulturjahr	bis 1965	bis 1971
	1961		
	%	%	%
Alpen	54	21	25
Sudeten	21	17	25
Karpaten	19	10	19
Polen	58	50	52
Schlitz	15	12	24

so läßt sich ersehen, daß beim Anbau von Sudeten-, Karpaten- oder Schlitzerlärchen das betriebswirtschaftliche Risiko während der Kultur- und Jugendphase am geringsten ist.

Krebs

Der durch *Trichoscyphella Willkommii* (Hart.) Naum. an europäischer Lärche hervorgerufene Krebs stellt für diese Baumart, besonders im künstlichen Anbaubiet, eine schwerwiegende Bedrohung der Jungbestände dar. Infektionsart, Verlauf der Krankheit sowie Ursachen und Umstände für Befallsdispositionen sind Gegenstand jahrzehntelanger Untersuchungen gewesen (Literaturzusammenfassung bei HOPP 1956). Besondere Aufmerksamkeit ist dabei der Frage gewidmet worden, in welchem Maße sich Herkünfte aus dem natürlichen Areal der europäischen Lärche als widerstandsfähig gegenüber diesem Erreger erweisen. Sehr frühzeitig hat sich dabei herausgestellt, daß sich für Befallsgrad und -stärke die Umweltverhältnisse gravierender aus-

wirken als provenienzspezifische Resistenzunterschiede (CIESLAR 1904), besonders beim Anbau im künstlichen Verbreitungsgebiet (SCHOBER 1969).

Da bei der Aufnahme der Versuchsflächen in 1971 zunächst ein Überblick über das Ausmaß des Krebsbefalls überhaupt gewonnen werden sollte, im Falle erheblicher Infektionen waren eingehende Erhebungen vorgesehen, sind nur solche Schäden erfaßt worden, die ohne weiteres zu erkennen waren. Aus Tab. X im Anhang läßt sich ersehen, daß an den 13jährigen Lärchen praktisch noch keine nennenswerten Krebserkrankungen sichtbar sind. Der Prozentsatz der infizierten Bäume ist wahrscheinlich durch das recht grobe Aufnahmeverfahren etwas zu gering ausgefallen, keinesfalls ist aber eine Verzerrung der Befunde anzunehmen.

Infolge des geringen Befallsgrades lassen sich herkunftsspezifische Resistenzunterschiede nicht nachweisen. Die geringfügig höheren Infektionswerte auf den Flächen Nr. 50 und Nr. 52 bestätigen aber die Ergebnisse früherer Untersuchungen, daß nämlich die Disposition zur Erkrankung in erster Linie von den Umweltbedingungen abhängig ist. Auf dem Versuchsort Nr. 50 sind dies die kalten, zur physiologischen Trockenheit neigenden Bodenverhältnisse, auf der Fläche Nr. 52 kommt dafür das naß-kalte Klima in Frage.

Unter keinen Umständen lassen sich aus den Ergebnissen der Krebsbonitur Hinweise ableiten, die für eine genetisch fixierte, höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber *Trichoscyphella*-Befall bei einer der Provenienzen sprechen würde.

Sonstige Schäden

Schneebruch- oder -druck sind bis zum letzten Aufnahmezeitpunkt noch auf keiner der Flächen in nennenswertem Umfang aufgetreten. - Die Ursachen für das Absterben einzelner, bei der Aufnahme noch stehender Bäume ist in keinem Fall zutreffend zu ermitteln gewesen, so daß auch auf die Darlegung von Vermutungen verzichtet wird. - Die festgestellten Rindenverletzungen sind in der Mehrzahl auf frühere Fegeschäden durch Rehbock zurückzuführen. Ihre Aufnahme

ist lediglich erfolgt, um bei späteren qualitativen Einstufungen der Stämme Fehlschlüsse vermeiden zu können. - Sonstige Schadbilder, die an Lärche beobachtet werden, sind nicht aufgefallen.

Insgesamt haben die Schadbonturen auf den Versuchsflächen des Provenienzversuches keine eindeutigen und hervorzuhebenden Hinweise auf Unterschiede der genetisch bedingten Widerstandsfähigkeit gegenüber Schadeinwirkungen zwischen den Herkünften erkennen lassen.

42 Einzelstammabsaaten

421 Höhenentwicklung

In Versuch Nr. 59 - Badenstein stellen die Prüfglieder die Nachkommenschaften der Einzelbäume der ausgewählten Sudetenbestände dar. Die Auswertung der Flächenaufnahme ermöglicht einerseits einen Vergleich der entsprechenden Mutterbäume, andererseits eine Beurteilung des Selektionserfolges einer Einzelbaumbearntung gegenüber einer Bestandesabsaat. Hierzu ist jedoch einschränkend auf die Begrenzung der Aussagefähigkeit einer solchen Bewertung hinzuweisen: Bestandes- und Einzelstammnachkommenschaften stehen nicht auf denselben Versuchsflächen, das Provenienzaatgut ist durch Vermischung der Einzelstammsaatproben hergestellt worden, je Halbgeschwisterfamilie sind nur 20 - 40 Bäume vorhanden. Über Zahl und Eigenschaften der Väter können keine Aussagen gemacht werden. Andererseits sind die Prüfglieder als Nachkommenschaften der Einzelbäume oder eines Kollektivs im statistischen Sinne als Repräsentanten von Grundgesamtheiten, also von Beständen anzusehen, so daß entsprechende Vergleiche erlaubt sind.

Abb. 17 zeigt die Höhenentwicklung im Alter von 13 Jahren. Für die Darstellung sind zunächst aus den Einzelmessungen arithmetischer Mittelwert und Streuung je Nachkommenschaft berechnet worden, darüber hinaus ist die Mittelhöhe einschließlich Streuung jeder Provenienz über alle dazugehörigen Einzelbäume hergeleitet. Mit diesem zweiten Schritt werden die Einzelstammpopulationen praktisch zu einer Bestandespopulation zusammengefaßt, deren statistische Kennzahlen dann mit den Ergebnissen der entsprechenden Prüfglieder des Provenienzversuchs vergleichbar sind.

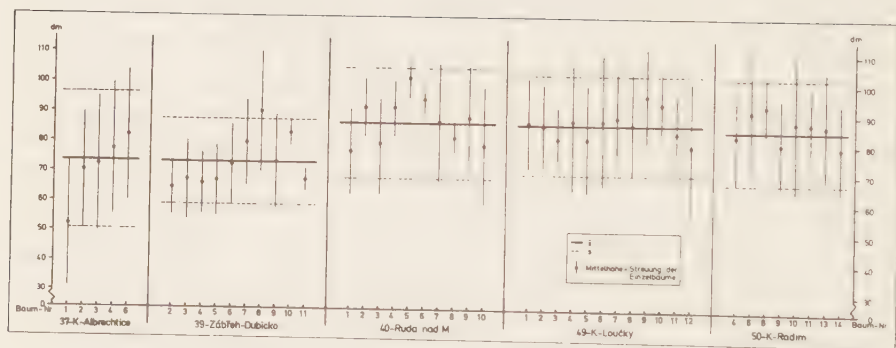


Abb. 17 Mittelhöhen der Einzelstammsabsaaten 1971
Versuch Nr. 59 - Badenstern

Die Werte für die errechneten Provenienzdurchschnittshöhen bilden zwei Gruppen: mit einer Höhe von 7,35 m sind die Herkünfte Nr. 37 - Krnov-Albrechtice und Nr. 39 - Zábřeh-Dubicko gegenüber den übrigen drei, deren Höhenmittel bei etwa 8,60 m liegen, deutlich leistungsschwächer. Dies wird auch durch eine einfache Varianzanalyse mit ungleicher Besetzung bestätigt, deren Eingangswerte die arithmetischen Mittelhöhen der Einzelstammnachsommensschaften sind. Bei einem F-Wert von 9,60 (FG 4/40) und einer genäherten Grenzdifferenz (1 %) von 9,45 sind die drei Herkünfte Nr. 40, 49 und 50 im Höhenwachstum hochsignifikant überlegen. Einschränkung ist hierzu jedoch zu bemerken, daß die beiden geringwüchsigeren Provenienzen innerhalb der Versuchsfläche auf einer Oberhangpartie mit teilweise unzureichender Bodenwasserversorgung stocken. Die Differenzen der durchschnittlichen Höhenwuchsleistungen können also durch Standortseinflüsse verursacht sein. Eine Klärung ist mangels ent-

sprechender Wiederholungen nicht möglich, jedoch spricht für diese Annahme, daß sich die Herkünfte Albrechtice und Zábřeh-Dubicko auf den Provenienzflächen den übrigen Sudetenherkünften stets als gleichrangig erwiesen haben.

Die mittleren Höhen der Einzelstammabsaaten variieren im Durchschnitt 20 % um das entsprechende Gesamtmittel, lediglich bei Albrechtice beträgt die Streuung 31 % im Mittel. Innerhalb der Provenienzen differieren die Mittelhöhen der Halbgeschwisterfamilien unterschiedlich, wie die Ergebnisse einfacher Streuungszerlegungen zeigen:

	FG	F	GD _{5%}
37 - Krnov-Albrechtice	4/83	3,71*	15,5
39 - Zábřeh-Dubicko	9/60	3,25*	13,5
40 - Ruda nad M.	9/90	2,27*	14,1
49 - Krnov-Loučky	11/112	1,02 n.s.	-
50 - Krnov-Radim	7/213	2,04 n.s.	-

Während sich bei den Herkünften Albrechtice, Dubicko und Ruda die Mittelwerte einzelner Nachkommenschaften gesichert voneinander abheben, trifft dies bei Loučky und Radim nicht zu. Signifikante Abweicher von den errechneten Mittelhöhen für die Provenienzen sind in drei Fällen festzustellen: bei der Herkunft Albrechtice fällt der Baum Nr. 1 mit einer Höhe von 5,20 m deutlich ab, bei Zábřeh-Dubicko zeigt die Nachkommenschaft Nr. 8 mit 9,04 überdurchschnittliches Wachstum, ebenso bei Ruda nad Moravou der Baum Nr. 5 mit 10,2 m. Für diese Feststellungen gilt jedoch auch, daß ohne Wiederholungen der Standortseinfluß nicht erkennbar ist.

Zur eingehenderen Prüfung der Verhältnisse der Höhenentwicklung ist für den Einzelstammabsaatenversuch eine Streuungszerlegung mit zweistufiger hierarchischer Klassifikation als unbalancierter Fall (WEBER 1972) gerechnet worden (Höhe in dm).

	Varianztabelle				
	FG	SQ	MQ	Varianzkomponenten absolut	%
Zwischen Herkünften	4	17993	4498,25	31,95	9,1
Zwischen Absaaten					
Innerhalb Herkünften	44	24094	547,59	20,56	5,9
Innerhalb Absaaten					
(Baum-Nr.)	556	165110	296,96	296,96	85,0
Gesamt	604	207197			

Das Ergebnis der Varianzanalyse läßt erkennen, daß die Ursachen für die Höhenvariation zu 9,1 % auf Unterschiede zwischen den Herkünften und zu 5,9 % auf die Erntebäume innerhalb der Provenienzen zurückgeführt werden können. Über 85 % der Streuung werden durch die individuelle Entwicklung der Bäume innerhalb der Nachkommenschaften bestimmt. Ein Grund für diesen hohen Anteil liegt in der Tatsache, daß vor der Aufnahme noch keine Läuterung stattgefunden hat. Daher sind in die Berechnung auch die Höhen überschirmter und völlig unterdrückter Bäume eingegangen, woraus sich die erhebliche Variationsbreite der Einzelbaumhöhen auf Provenienzebene erklärt. Die Aussage der Streuungsanalyse wird jedoch durch die Korrelation der 1965 und 1971 gemessenen Baumhöhen bestätigt:

	r	B	FG	F
Einzelstammabsaaten: Nr. 37	0,88	77 %	3	10,53*
Nr. 39	0,68	46 %	8	6,89*
Nr. 40	0,28	8 %	8	0,67 n.s.
Nr. 49	0,87	76 %	10	31,67**
Nr. 50	0,79	62 %	6	9,79*
Herkünfte	0,90	81 %	3	12,21*

Durch rechnerisches Zusammenfassen der Einzelstammabsaaten zu Provenienzen ist für letztere 1965 die Höhenentwicklung bereits mit einer Bestimmtheit von 81 % voraussagbar. Innerhalb der Herkünfte zeigen die Einzelstammnachkommenschaften unterschiedliches Verhalten. Bei den Populationen von Nr. 37 - Albrechtice lassen sich

77 % der Streuung auf den Zustand von 1965 zurückführen, bei Nr. 40 - Ruda nad Moravou besteht praktisch keine Beziehung.

Beide Auswertungsbefunde bedürfen in ihrer Wertung einer gewissen Einschränkung, da sich aus der Versuchsanlage ergibt:

durch fehlende Wiederholungen kann der Standortseinfluß auf die Größe der Varianzkomponenten nicht genau aufgeteilt werden;

bei der Berechnung der Korrelationskoeffizienten wirkt sich die relativ niedrige und unterschiedliche Zahl der Halbgeschwisterfamilien stark aus.

Aus den Streuungszzerlegungen und der Korrelationsanalyse sind folgende Ergebnisse für den Einzelstammabsaatenversuch festzustellen:

1. Nachkommenschaften von Einzelbäumen der KRAFT'schen Baumklassen 1 und 2 zeigen für sich nur vereinzelt ein besseres Höhenwachstum als die Mischpopulationen aus den beernteten Bäumen.
2. Die Variabilität der Höhenentwicklung wird in hohem Maße durch die Individualstreuung innerhalb der Halbgeschwisterfamilien bestimmt.
3. Unterschiede in der Wuchsintensität von Bestandesabsaaten sind mit großer Sicherheit frühzeitig zu bestimmen, für die Nachkommenschaften der Einzelbäume in diesem Versuch dagegen können entsprechende Voraussagen nicht in jedem Falle mit gleicher Zuverlässigkeit getroffen werden.
4. Bei Unterstellung panmiktischer Bestäubungsverhältnisse innerhalb eines Bestandes läßt der vorliegende Versuch keine Rückschlüsse auf die Vererbung eindeutiger Wuchsüberlegenheit bei einzelnen Mutterbäumen zu.
5. Da Wiederholungen der Prüfglieder an anderen Orten fehlen, kann eine Beurteilung der ökologischen Streubreite der Erntebäume nicht vorgenommen werden.

Die Auswertung der Durchmessererhebungen 1971 führt in den wesentlichen Punkten zu den gleichen Ergebnissen wie die Analysen der

Höhenmessung. Abb. 18 zeigt die mittleren Brusthöhendurchmesser und die Streuung der Nachkommenschaften je Erntebaum und die entsprechenden Kenndaten je Provenienz, die wiederum über alle gemessenen Bäume je Herkunft hergeleitet sind. Bei den Provenienzmittelwerten bleibt der Durchmesserzuwachs der Herkunft Nr. 37 - Albrechtice mit 69,2 mm hochsignifikant ($P = 1\%$) gegenüber denen der übrigen Provenienzen zurück. Auch Nr. 39 - Zábřeh-Dubicko liegt mit einem Durchmesser von 83,0 mm noch signifikant ($P = 5\%$) unter den Herkünften Nr. 40, 49 und 50 zwischen denen wie bei der Höhenauswertung keine Differenzen statistisch abzusichern sind. Bei dieser Aussage ist jedoch auch zu beachten, daß mangels Wiederholungen die Standortseinwirkungen auf die Entwicklung des Durchmesserwachstums bei den Prüfgliedern nicht erfaßt werden können.

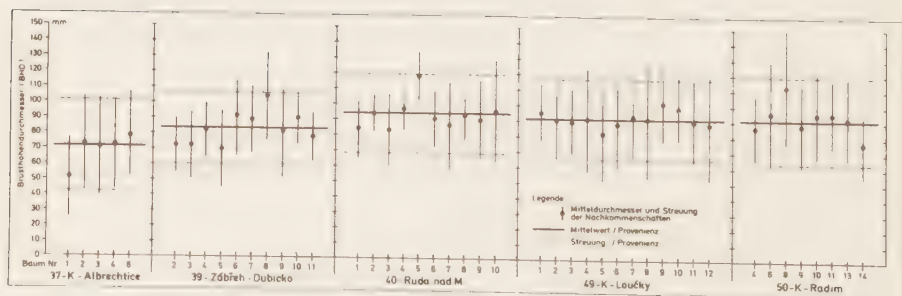


Abb. 18 Mitteldurchmesser der Einzelstammabsaaten 1971

Innerhalb der Provenienzen weichen die Mittelwerte der Nachkommen-
schaften in einzelnen Fällen zwar erheblich vom Durchschnitt der
Provenienzen ab, wegen der großen intraspezifischen Streuungen
der Halbgeschwisterfamilien sind signifikante Unterschiede zum Pro-
venienzmittel jedoch nicht nachzuweisen.

Ergebnis der Streuungszerlegungen

	FG	F
37 - Albrechtice	4/83	1,35 n.s.
39 - Zábřeh-Dubicko	9/60	1,52 n.s.
40 - Ruda nad M.	9/90	1,11 n.s.
49 - Krnov-Loučky	11/112	0,36 n.s.
50 - Krnov-Radim	7/213	1,90 n.s.

Eine Erklärung für die relativ breiten Streubereiche der Prüfglieder
liegt in der geringen Zahl von Bäumen, die der Auswertung zu Grunde
gelegt sind, so daß sich die Variationsbreiten der Durchmesser aus-
gesprochen stark auf die Varianzen auswirken. Dieser Umstand kommt
auch in dem Ergebnis der hierarchischer Varianzanalyse zum Ausdruck,
mit der der Einfluß von Herkunft, Einzelstammabsaaten und Indi-
viduen auf die Gesamtvarianz untersucht worden ist (Durchmesser in
cm).

Varianztabelle

	FG	SQ	MQ	Varianzkomponenten	
				absolut	%
zwischen Herkunft	4	324,58	81,15	0,48	6,0
zwischen Absaaten	44	687,99	15,64	0,73	9,1
innerhalb Herkunft					
innerhalb Absaaten	556	3.797,97	6,83	6,83	84,9
(Baum-Nr.)					
Gesamt	604	4.810,54			

Rund 85 % der Streuungsursachen resultieren aus den Individualab-
weichungen, die damit wegen der aufgezeigten Mängel der Versuchsan-
lage die Anteile der Populationen bzw. Halbgeschwisterfamilien an
der Gesamtstreuung nicht deutlicher zur Geltung kommen lassen.

423 Volumen des Massenmittelstammes

Unterschiede in der Wuchseistung zwischen den Einzelstammabsaaten werden über den Massenzuwachs besonders sichtbar - Abb. 19.

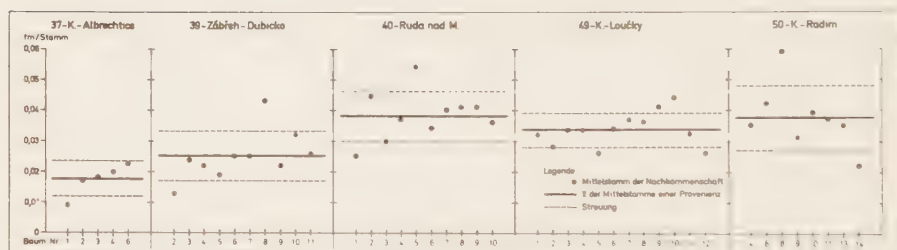


Abb. 19 Derbholzleistung der Massenmittelstämme der Einzelstammabsaaten 1971

Innerhalb der Provenienzen finden sich Einzelstammnachkommenschaften, deren Leistungsvermögen, ausgedrückt durch den Festmetergehalt des Massenmittelstammes, erheblich vom Herkunftsmittel abweicht. So liegt die Nachkommenschaft von Erntebaum Nr. 2 der Herkunft Zábřeh-Dubicko mit 0,013 fm/Stamm nur bei 52 % des Provenienzdurchschnittes, Baum Nr. 8 dagegen erreicht mit 0,043 fm/Stamm 172 % des Bezugswertes. Bei Ruda nad Moravou weist die Nachkommenschaft des Baumes Nr. 6 einen Mittelstamm von 0,054 fm auf, bei Krnov-Radim beträgt der entsprechende Wert der Absaat von Baum Nr. 8 sogar 0,058. Diesen überdurchschnittlichen Leistungen von Halbgeschwisterfamilien stehen innerhalb derselben Herkunft allerdings auch Nachkommenschaften mit unterdurchschnittlichem Massenzuwachs gegenüber. Die Differenzen zwischen den Provenienzmitteln sind in ähnlicher Weise wie bei Höhe und Durchmesser gelagert. Mit einem durchschnittlichen Festmeterge-

halt von 0,017 fm des Massenmittelstammes hat Albrechtice den weit-
 aus geringsten Zuwachs ($GD_{1\%} = 0,010$ fm, $F = 8,93^{**}$) von allen 5
 Herkunft. Auch Zábřeh-Dubicko leistet mit 0,025 fm pro Stamm gegen-
 über Ruda, Loučky und Radim im Durchschnitt 0,008 bis 0,013 fm weni-
 ger und unterscheidet sich damit von diesen Provenienzen, die stati-
 stisch gesehen auf einem Leistungsniveau liegen, wenigstens mit
 95 %iger Sicherheit ($GD_{5\%} = 0,007$ fm).

Die Beziehungen zwischen Höhe und Durchmesser aller Prüfglieder sind
 sehr straff korreliert ($r = 0,86^{**}$; $F = 113,55$; $FG = 1/42$), ebenso
 zwischen Höhen und Volumen des Massenmittelstammes ($r = 0,84^{**}$;
 $F = 100,33$). Die Ausgleichsgeraden für beide Abhängigkeiten sind in
 Abb. 20 dargestellt und zeigen in ihrer Lage zueinander in etwa das
 gleiche Bild wie bei der Auswertung der Provenienzen (Abb. 20).

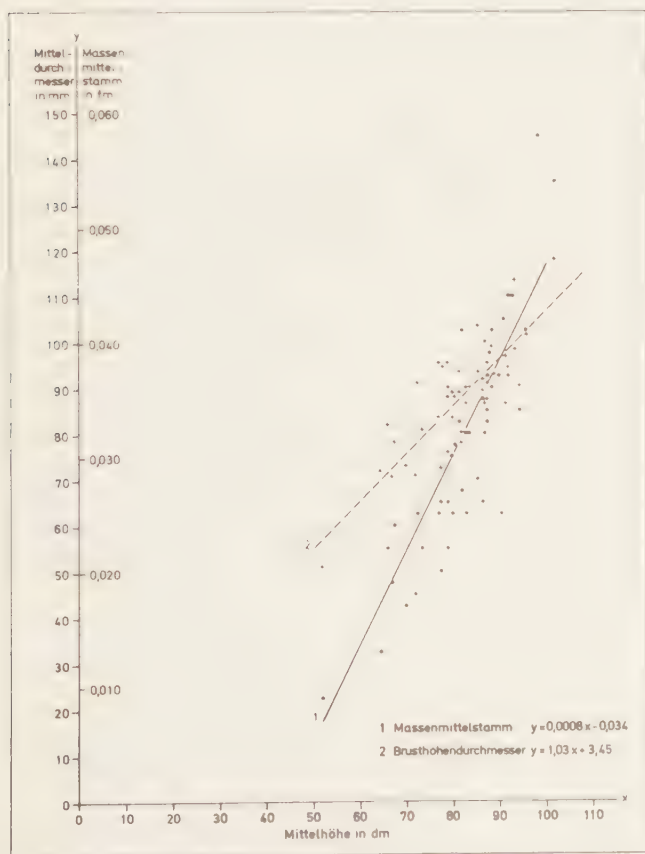


Abb. 20 Abhängigkeit der Derbholzmasse des Mittelstammes und des
 mittleren Brusthöhendurchmessers von der Mittelhöhe im Alter
 13 Jahre - Einzelstammabsaaten, Versuch Nr.59 - Badenstein

424 Wuchsform

Ähnlich wie bei der Auswertung der quantitativen Eigenschaften bereitet der Mangel an Wiederholungen auch bei der Analyse der qualitativen Merkmale der Einzelstammabsaaten Schwierigkeiten. Besonders wegen der rein okularen Ansprache der Boniturstufen, und wegen der geringen Baumzahl je Nachkommenschaft haben die qualitativen Auswertungsergebnisse geringe Aussagekraft. Sie sollen deshalb nur insoweit interpretiert werden, wie sie auf Grund der Befunde aus den Auswertungen des Provenienzversuchs für züchterische Aussagen sinnvoll sind.

4241 Schaftform

Die Einzelstammabsaaten der Herkunft Nr. 37 - K.-Albrechtice zeichnen sich einheitlich gegenüber den Prüfgliedern der übrigen Sudetenherkünfte durch einen hohen Anteil von Bäumen mit zweischnürigen Schäften aus - Abb. 21. Unter Einbeziehung der Stufe 2 - schwach gekrümmt wird ein Prozentsatz von 95 erreicht, stark gekrümmte Bäume - Stufe 4 - sind praktisch nicht vorhanden. Verglichen mit den Befunden aus dem Provenienzversuch (Abb. 8) fällt die Häufigkeit gerader Stämme wesentlich höher aus. Da das Ausgangsmaterial für beide Versuche identisch ist, die Einzelstammabsaaten von Albrechtice summarisch als Provenienz gesehen, muß die Ursache für die lotrechten Schaftausformungen dieser Einzelstammnachkommenschaften in den Standortsverhältnissen gesucht werden. Diese Annahme wird auch durch das relativ mäßige Wachstum der Prüfglieder von Albrechtice gestützt.

Die Schaftformrelationen der Einzelstammabsaaten der übrigen vier Sudetenprovenienzen entsprechen im Mittel den Ergebnissen des Provenienzversuchs. Eine Differenzierung der Schaftformausbildung auf der Stufe des Einzelbaumes läßt sich besonders anschaulich an Hand der Darstellungen der Einzelstammabsaaten von Nr. 50 - K.-Radim und Nr. 49 - K.-Loučky erkennen.

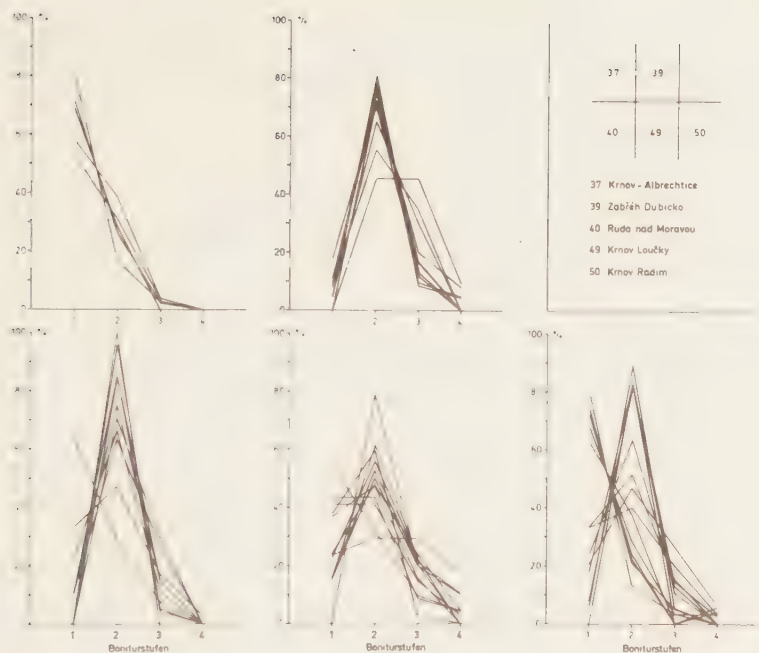


Abb. 21 Prozentuale Verteilung der Stammformen -
Einzelstammabsaaten, Versuch Nr. 59 - Badenstein

Die Art der Schaftkrümmung wird wie beim Provenienzversuch hauptsächlich durch Schlängelwuchs bestimmt. Dieser tritt jedoch analog zu den Aufnahmen der Krümmungsgrade nur schwach ausgeprägt in Erscheinung. Folgerungen auf individuelle Veranlagung lassen sich aus den oben bereits dargelegten Gründen nicht ziehen.

4242 Sonstige_qualitative_Merkmale

Da die Prüfglieder reihenweise nebeneinander ausgepflanzt worden sind, unterbleiben wegen der nicht bekannten gegenseitigen Konkurrenzeinflüsse der Nachkommenschaften Aussagen über die Merkmale Kronenausbildung, Beastung und Bestandessoziologie.

Bei keiner der Absaaten sind Anzeichen für eine Bereitschaft zu frühzeitiger Fruktifikation festgestellt worden. Ebenso wenig haben sich Hinweise auf individuell veranlagte erhöhte Krebsdisposition ergeben.

43 Vergleich der Wuchsleistung der Sudetenlärchen auf verschiedenen Standorten

Die Höhenmessungen 1971 stellen echte Stichproben dar, da jeweils nur ein bestimmter Prozentsatz, zufällig ausgewählter Bäume auf den Parzellen gemessen worden ist. Eine Gegenüberstellung der arithmetischen Mittelwerte der einzelnen Prüfglieder kennzeichnet zwar nicht die Höhenwuchsleistung im ertragskundlichen Sinne, da große und kleine Bäume, ohne Rücksicht auf ihre soziologische Bedeutung für die künftige Bestandesentwicklung einbezogen werden. Statistische Prüfungen sind jedoch nur über die Differenzen der arithmetischen Mittelwerte möglich, so daß als erstes eine Gegenüberstellung dieser Zahlen durchgeführt wird. Der Vergleich ist auf die Prüfglieder aus dem Sudetenareal beschränkt, weil diese einerseits wegen ihrer nachgewiesenen großen ökologischen Streubreite für waldbauliche Zwecke besonders interessant sind, andererseits für sie als einzige die Ergebnisse von Bestandes- und Einzelstammnachkommenschaften vorliegen. Zur Erweiterung der Aussagen ist die Herkunft Schlitz, eine Handelssaatgutpopulation, in die Auswertung einbezogen.

In Tab. 8 sind die arithmetischen Mittelhöhen aller auf den Versuchsflächen Nr. 54 - 57 gemessenen Bäume aufgeführt. Es ist zu erkennen, daß innerhalb der einzelnen Orte sich die Prüfglieder in ihrer Höhenwuchsleistung nur geringfügig voneinander unterscheiden.

In keinem Fall ist, wie schon in Abschnitt 414 bewiesen, eine signifikante Überlegenheit vorhanden. Ebenso ist festzustellen, daß sämtliche Provenienzen gleichmäßig auf Standortsänderungen reagieren. Im selben Maße wie die Höhenwerte drücken die absolute Streuung bzw. der Variationskoeffizient gleichmäßiges Reaktionsverhalten aus. Mit

Tab. 8 Arithmetische Mittelhöhen, Streuung und Variationskoeffizienten der Sudetenprovenienzen und Schlitzer Herkunft auf 4 Versuchsorten

Versuch	Herk.Nr.	Herkunft	Stammzahl gemessen	% von Gesamt	Höhe dm	$\pm s$	$s\%$	Fehler des Mittel- wertes
54	40	Ruda nad M.	146	33,9	92,5	19,9	21,5	1,65
	42	K.-Loučky	146	33,3	91,4	17,6	19,3	1,46
	43	Zábřeh-D.	147	34,4	90,6	17,3	19,0	1,43
	50	K.-Radim	150	35,5	88,6	17,8	20,1	1,45
	57	K.-Albrechtice	106	31,1	87,5	16,5	18,8	1,60
	58	Schlitz	192	35,2	86,8	15,1	17,4	1,09
55	41	Ruda nad M.	143	33,2	91,4	19,9	21,4	1,61
	44	K.-Loučky	138	31,4	90,6	16,6	18,1	1,43
	45	Zábřeh-D.	145	33,9	91,1	17,2	19,0	1,45
	46	K.-Radim	142	33,6	91,4	16,6	18,3	1,41
	47	K.-Albrechtice	100	29,2	89,4	15,1	16,7	1,31
	48	Schlitz	180	33,1	88,8	15,1	16,8	1,32
56	49	Ruda nad M.	113	34,9	91,1	16,2	17,1	1,58
	50	K.-Loučky	116	39,5	90,6	16,6	18,1	1,53
	51	Zábřeh-D.	112	35,3	90,1	16,1	17,8	1,45
	52	K.-Radim	114	37,5	89,1	16,1	17,1	1,50
	57	K.-Albrechtice	66	31,6	88,6	15,1	16,8	2,00
	58	Schlitz	148	33,3	88,2	14,2	16,2	1,22
57	40	Ruda nad M.	143	41,7	91,1	16,6	18,4	1,05
	49	K.-Loučky	139	38,7	90,1	16,6	18,6	1,27
	50	Zábřeh-D.	141	35,8	89,1	14,1	17,6	1,20
	50	K.-Radim	143	36,6	88,1	16,1	18,1	1,03
	57	K.-Albrechtice	107	47,6	79,1	14,1	17,4	1,40
	58	Schlitz	176	39,7	85,1	14,1	17,1	0,97

durchschnittlich 15 - 20 % erscheint die relative Streuung gering, bei Berücksichtigung des Alters von 13 Jahren der Versuchsflächen und des Umstandes, daß die Flächen noch nicht geläutert sind.

Die Verteilung der Stammzahlen auf Höhenstufen ist stets eingipfelig, die Summenprozentlinien der Stufenanteile zeigen im logarithmisch geteilten Wahrscheinlichkeitsnetz leichte Linksschiefe, die ebenfalls durch den Zustand der Flächen bestimmt wird.

Um soziologische Unterschiede in der Bestandeszusammensetzung der Provenienzen bei der Beurteilung ihrer Wüchsigkeit auch in Betracht zu ziehen, sind die WEISEschen Oberhöhen für die 20 % stärksten Stämme je Provenienz und Fläche berechnet und einer Varianzanalyse unterzogen worden (Tab. 9).

Tab. 9 Oberhöhen der Sudetenprovenienzen und Schlitzer Herkunft auf den Orten Nr. 54 - 57

Herkunft	Oberhöhe $\bar{x}$ in dm	Differenz zu					
		50	40	49	39	37	28
50	103,9	-	0	0	0	+	+
40	103,2		-	0	0	0	+
49	103,0			-	0	0	+
39	99,4				-	0	0
37	98,7					-	0
28	98,0						-

0 = nicht gesichert

+ = gesichert

Der Vergleich der Oberhöhen bestätigt die in Abb. 2 und bei der Auswertung der Einzelstammabsaaten getroffenen Feststellungen: innerhalb des Sudetenareals zeigen die Herkünfte Nr. 50 - Radim, 40 - Ruda und 49 - Loučky gegenüber den Provenienzen Nr. 39 - Zábřeh und Nr. 37 - Albrechtice eine leichte Wuchsüberlegenheit. Die Schlitzer Lärche verhält sich etwa wie die beiden letztgenannten. Bei Berücksichtigung des Versuchsalters sind die Differenzen jedoch so gering, daß eine Unterscheidung in "besserwüchsig" und "schlechterwüchsig" keinesfalls gerechtfertigt ist. Abb. 22 läßt erkennen,

daß der Verlauf der Leistungsabstufungen bei Oberhöhen und arithmetischen Mittelhöhen fast parallel ist.

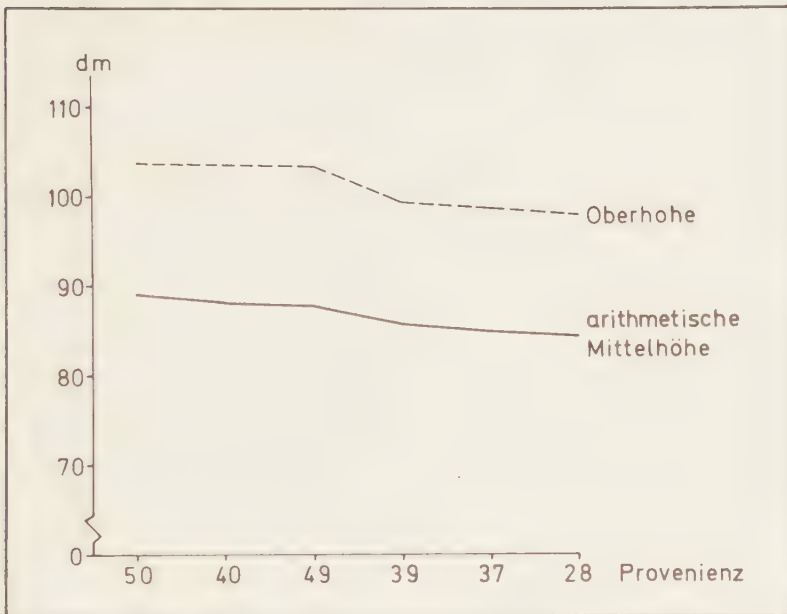


Abb. 22 Oberhöhe und arithmetische Mittelhöhe der Sudetenprovenienzen - Durchschnitt der Versuchsflächen Nr. 54 - 57

Die absolute und relative Streuung der Mittelhöhen bei den Einzelstammabsaaten geben einen Einblick in die jeweilige Variationsbreite - Tab. 10. Die Nachkommenschaften innerhalb der Provenienzen variieren individuell sehr unterschiedlich um ihre Mittelwerte, Beziehungen zwischen Ausmaß der Streuung und Höhenentwicklung können nicht festgestellt werden.

Die Stammzahlhäufigkeiten der Höhenstufen zeigen bei Addition der gemessenen Bäume aller entsprechenden Nachkommenschaften zu einer Provenienzpopulation Linksschiefe. Für die einzelnen Nachkommen-

Tab. 10 Arithmetische Mittelhöhen, Streuung und Variationskoeffizienten der Einzelstammsabsaaten - Versuch Nr. 59

Herkunft: 37 - K.-Albrechtice					39 - Zábreh-D.				40 - Ruda nad M.				49 - K.-Loučky				50 - K.-Radim			
Bau- nr.	Höhe dm	$\pm s$	s%	Fehler des Mittel- wertes	Höhe dm	$\pm s$	s%	Fehler des Mittel- wertes	Höhe dm	$\pm s$	s%	Fehler des Mittel- wertes	Höhe dm	$\pm s$	s%	Fehler des Mittel- wertes	Höhe dm	$\pm s$	s%	Fehler des Mittel- wertes
1	52,0	20,9	40,2	6,61					77,1	14,5	18,8	5,92	86,9	15,4	17,7	5,81				
2	70,2	19,5	27,8	4,86	65,7	5,2	14,2	3,77	55,0	9,9	10,8	3,74	95,7	14,1	16,4	4,25				
3	72,3	22,6	31,2	5,49	67,4	13,4	19,7	5,46	72,9	17,3	21,7	6,55	81,4	10,5	12,9	3,96				
4	77,4	22,4	28,9	4,89	66,1	10,2	15,4	3,25	94,0	5,6	10,7	3,70	87,7	23,4	26,7	8,27	83,1	16,0	19,2	3,58
5					67,1	12,1	16,0	4,57	101,9	6,7	6,6	1,53	81,3	17,9	22,0	5,66				
6	82,2	22,0	26,8	4,49	72,6	13,5	18,6	5,3	94,7	1,9	1,3	1,45	107,7	22,1	25,2	7,81	91,4	20,3	22,2	3,38
7					75,5	11,3	17,7	3,40	87,0	15,8	28,8	7,77	86,9	15,0	16,9	5,00				
8					90,4	20,2	22,3	7,42	81,7	5,2	6,5	2,40	86,5	17,1	19,8	5,15	93,4	9,6	10,4	3,62
9					73,4	15,8	21,5	4,96	88,5	17,2	19,5	4,70	96,1	15,5	16,5	5,03	80,6	14,9	18,5	1,96
10					83,1	4,7	5,7	1,77	72,5	15,7	25,7	7,76	93,3	10,1	10,8	2,61	81,9	23,2	26,4	4,44
11					67,6	3,9	5,6	1,43					83,7	13,9	15,5	3,48	87,6	17,4	14,2	2,30
12													72,1	22,1	24,6	6,14				
13																	86,7	18,3	21,1	3,40
14																	77,1	15,2	19,2	3,69
Gesamt	73,5	22,9	31,2	2,44	73,2	14,3	19,6	1,77	56,9	18,6	31,3	1,86	80,5	16,7	19,3	1,40	84,7	17,4	20,7	1,18

1
88
1

schaften lassen sich solche Kurven nicht mit ausreichender Genauigkeit herleiten, da meist nur etwa 15 Beobachtungen je Prüfglied zur Verfügung stehen. Dieser Umstand verursacht auch die gegenüber den Provenienzen relativ hohen Fehler der Mittelwerte. Ebenso stehen für die Herleitung von Oberhöhen zahlenmäßig nicht genügend Grunddaten zur Verfügung.

Bei rechnerischer Zusammenfassung aller Höhenmessungen aller Einzelstammabsaaten innerhalb der Provenienzen ergeben sich Durchschnittshöhen und Streuungsverhältnisse, die mit den Ergebnissen des Provenienzversuchs vergleichbar sind - Abb. 23. Summiert repräsentieren Einzelstammabsaaten also die Höhenwuchsverhältnisse von Beständen, individuell ermöglichen sie jedoch keine Rückschlüsse auf die Bestandesentwicklung. Der Grund hierfür kann in der Tatsache liegen, daß die Einzelstammabsaaten Halbgeschwisterfamilien darstellen, deren relative Genhäufigkeiten untereinander verschieden sind und erst durch Addition die genetische Frequenz einer Bestandespopulation bilden.

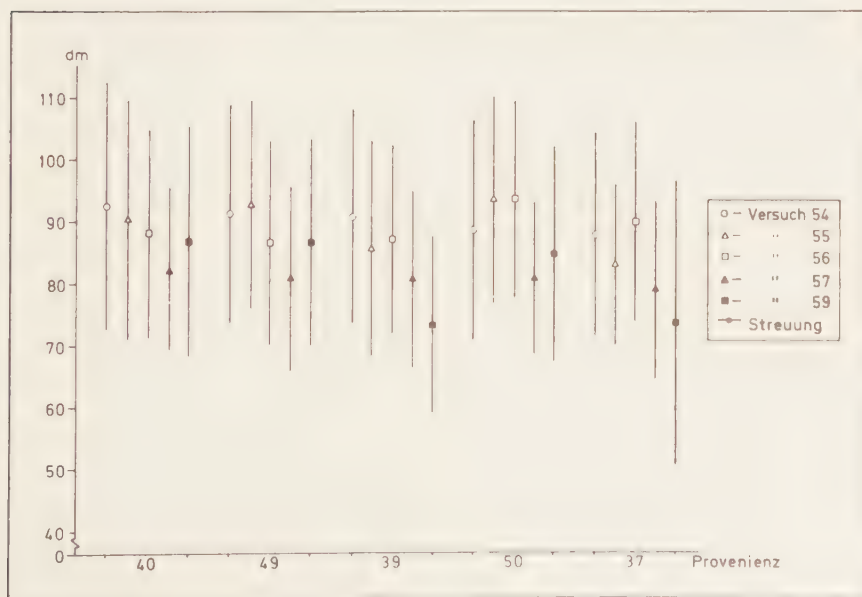


Abb. 23 Mittelhöhen und Streuung bei Sudetenlärchen

Die Verhältnisse bei Brusthöhen- und Volumenentwicklung sind ähnlich denen des Höhenwachstums gelagert. Zwischen den Sudetenprovenienzen lassen sich bei beiden Merkmalen keine gesicherten Leistungsunterschiede feststellen, wie den Ergebnissen der entsprechenden Varianzanalysen zu entnehmen ist:

	<u>Brusthöhen-</u> <u>durchmesser (cm)</u>					<u>Massen-</u> <u>mittelstamm (fm)</u>			
	FG	MQ	F	Varianz-		MQ	F	Varianz-	
				komp-				komp-	
				ponenten				ponenten	
Herkünfte	4	10,41	1,74 n.s.	1,12		90,00	1,62 n.s.	12,07	
Orte	3	27,72	4,64 *	4,36		203,73	3,66 *	32,40	
Wechsel-									
wirkungen									
Herkünfte/	12	5,97	1,01 n.s.	0,02		55,62	1,60 n.s.	6,94	
Orte									
Fehler	40	5,92		5,92		34,80		34,80	
Gesamt	59								

An den Varianzkomponentenanteilen wird erkennbar, daß der genetische Einfluß und noch ausgeprägter der der Wechselwirkungen auf die Ausbildung der Eigenschaften deutlich hinter den Umwelteinwirkungen zurückstehen.

Die Tatsache, daß bei Höhe, Durchmesser und Massenzuwachs die Sudetenherkünfte keine wesentlichen herkunftsspezifischen Differenzierungen aufzeigen, läßt sich auch aus den Schätzwerten für die Heritabilitäten dieser Faktoren entnehmen:

	<u>Mittelwert</u>	<u>Streuung</u>	<u>Heritabilität (h²)</u>
Höhe (dm)	86,3	6,56	0
Durchmesser (cm)	9,2	8,57	0,13
Volumen (fm)	0,035	0,007	0,14

Von den 5 Sudetenprüfgliedern ist daher durch Bevorzugung der einen oder anderen Herkunft beim Anbau, unter Berücksichtigung der im Provenienzversuch gegebenen Standortverhältnisse, eine zusätzliche

Steigerung der quantitativen Leistung nicht zu erwarten. Dagegen steht fest, daß die Standortswahl die Voraussetzung für einen höchstmöglichen Zuwachs darstellt.

44 Plantagensaatgut

Alle Ergebnisse der Höhenmessungen von Nachkommenschaften, die auf Samenplantagen erzeugt worden sind, werden in Tab. XI des Anhangs wiedergegeben.

44.1 Höhenentwicklung

4411 Freie Abklüter einzeln beernteter Samenplantagenklone

Im Rahmen des Erbwertprüfungsprogrammes der Plusbaumsamenplantagen sind die aus freier Bestäubung hervorgegangenen Nachkommenschaften klonweise getrennt ausgepflanzt worden. Abb. 24 zeigt das durchschnittliche Höhenwachstum bis zum Alter von 6 Jahren der Gahrenberg-, Wildeck- und Junkernthal-Klone aus den Erntejahren 1962, 1964 und 1965 auf den Versuchsflächen Nr. 105 - Gahrenberg Abt. 65/67 und Nr. 106 - Hombressen Abt. 177. Ein Vergleich läßt erkennen, daß der Blütenansatz der Plusbaumklone in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich war, denn in die Feldprüfung sind nur solche Absaaten aufgenommen worden, bei denen eine ausreichende Anzahl Pflanzen angezogen werden konnte. Eine Aussage über die Höhendifferenzen der Jahreswerte der Klone ist wegen der zu ungleichen Besetzung nicht möglich.

Die durchschnittliche Höhe der Gahrenberg-Klone aus beiden Flächen beträgt 32,4 dm, der entsprechende Wert für den Versuchsort Nr. 105 - Gahrenberg 28,0 dm, für Hombressen 34,5 dm. Signifikante Unterschiede zwischen den Nachkommenschaften sind nicht nachzuweisen.

Die mittlere Höhenwuchsleistung der Wildeck- und Junkernthal-Klone ist fast gleich: in Gahrenberg 22,6 bzw. 23,7 dm, in Hombressen

31,7 bzw. 32,4 dm. Das Gesamtmittel liegt bei 27,1 dm und 28,0 dm. Während für die Wildecker Nachkommenschaften der Anteil der Interaktionen Prüfglieder/Orte an der Gesamtvarianz statistisch nicht abzusichern ist und sich daher eine signifikante Grenzdifferenz ($P = 5\%$) von 7,0 dm ergibt, sind bei den Junkernthal-Klonen die Wechselwirkungen so stark ausgeprägt ($F = 2,92^*$, $4/20$ FG), daß sie eine statistische Trennung der Nachkommenschaften über die Höhen-differenzen nicht mehr ermöglichen. Die unterschiedlichen Reaktionen der einzelnen Prüfglieder auf Standortsänderungen zeigen sich durch eine Gegenüberstellung der Höhenwerte der Junkernthal-Absaaten, von denen Nachkommenschaften aus dem Jahr 1958 auch auf den Flächen Nr. 101 - Bad Sooden-Allendorf Abt. 127 und Nr. 102 - Meißner Abt. 14 stehen (Tab. XI Anhang).

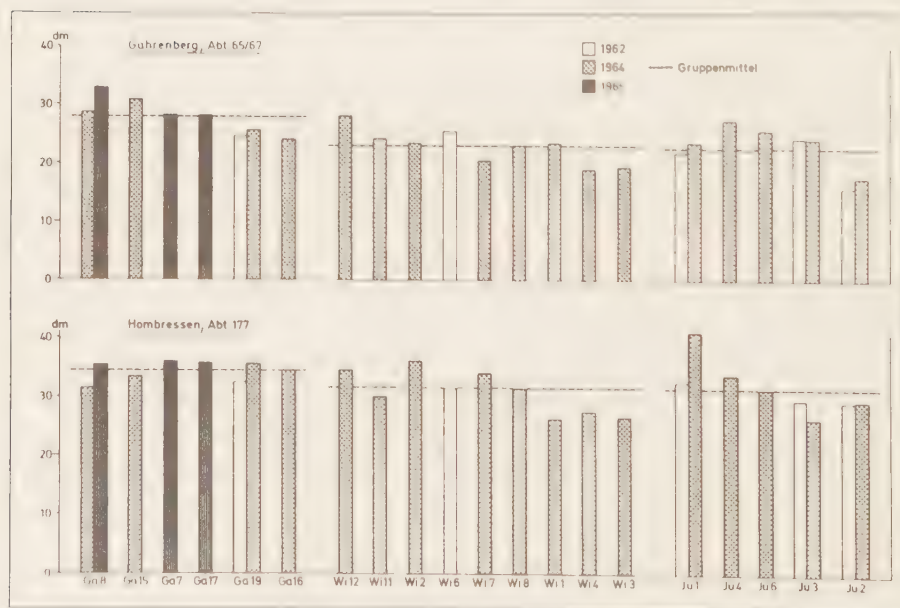


Abb. 24 Durchschnittliches Höhenwachstum von Nachkommenschaften frei abgeblühter Samenplantagenklone verschiedener Erntejahre

Im Verhältnis zum durchschnittlichen Wachstum der jeweils entsprechenden frei abgeblühten Klone (Gruppenmittel) werden folgende Leistungen erreicht:

		Gahrenberg	Hombressen		Sooden- Allendorf	Meißner
		%	%		%	%
Ju 1	(1962)	97	103	(1958)	107	104
	(1964)	104	129			
Ju 2	(1962)	70	92	(1958)	109	102
	(1964)	78	93			
Ju 3	(1962)	108	93	(1958)	113	99
	(1964)	107	83			
Ju 4	(1964)	121	107	(1958)	105	103
Ju 6	(1964)	114	99	(1958)	--	95

Die Beurteilung des Erbwertes von Plusbaumklonen auf Samenplantagen erscheint über die vorliegenden Ergebnisse schwierig. Besonders nachteilig für die Auswertung ist die Tatsache, daß nicht bei allen Prüfgliedern Absaaten der drei Erntejahre vorliegen. Denn wie die Ermittlung der Ökovalenzanteile für die Klone, die auf den Flächen Nr. 105 - Gahrenberg und Nr. 106 - Hombressen stehen, ergibt, muß mit einem hohen Einfluß der Blühjahre, der allerdings im vorliegenden Falle auf das noch sehr geringe Alter der Samenplantagen zurückzuführen ist, in der Auswertung gerechnet werden.

Anteile an den SQ Prüfglieder/Orte

		absolut	in %			absolut	in %			absolut	in %
Ju 1	1962	0,02	2,3	Wi 1	1964	0,18	36,0	Ga 7	1965	0,00	0
Ju 1	1964	0,34	38,6	Wi 2	1964	0,08	16,0	Ga 8	1964	0,06	16,2
Ju 2	1962	0,09	10,2	Wi 3	1964	0,01	2,0	Ga 8	1965	0,08	21,6
Ju 2	1964	0,03	3,4	Wi 4	1964	0,00	0	Ga 15	1964	0,08	21,6
Ju 3	1962	0,07	8,0	Wi 6	1962	0,03	6,0	Ga 16	1964	0,08	21,6
Ju 3	1964	0,25	28,4	Wi 7	1964	0,13	26,0	Ga 17	1965	0,01	2,8
Ju 4	1964	0,03	3,4	Wi 8	1964	0,00	0	Ga 19	1962	0,00	0
Ju 6	1964	0,05	5,7	Wi 11	1964	0,05	10,0	Ga 19	1964	0,06	16,2
				Wi 12	1964	0,02	4,0				
SQ Prüfglieder/Orte		0,88	100,0			0,50	100,0			0,37	100,0

Bei den Klonen Ju 1, Ju 2 und Ju 3 fällt auf, daß die Ökovalenzanteile an dem Summenquadrat Prüfglieder/Orte zwischen den Erntejahren erheblich differieren. Zumindest für diesen Fall muß daher geschlossen werden, daß das Pollenangebot in den verschiedenen Jahren unterschiedlich ist.

Die Prüfung von Samenplantagenklonen über die Nachkommenschaften der freien Abblüten an Hand des zur Verfügung stehenden Untersuchungsmaterials vermag nur in begrenztem Rahmen Aussagen zu liefern. Die Ursachen hierfür liegen in der Tatsache, daß der Grad der Selbstfertilität unbekannt bleibt, daß Kompatibilitätseffekte nicht ermittelt werden können und daß durch unterschiedliche Blühperioden und Blühintensität in den einzelnen Jahren selten panmiktische Voraussetzungen gegeben sind.

4412 Kreuzungen

Bei der "partiellen Gametenselektion" sind als Gameten die Junkernthal-Klone Ju 1 und Ju 2, die Wildeck-Klone Wi 5, Wi 11 und Wi 12 und die Gahrenberg-Klone Ga 15 und Ga 16 in die Plusbaumklone der entsprechenden Samenplantagen eingekreuzt worden. Kriterium für die Auswahl dieser Testerklone war ihr regelmäßig starker Blütenansatz und ihre im Verhältnis zu den anderen Klonen zeitlich intermediäre Blühphase.

Um die Auswertung des Höhenwachstums der Nachkommenschaften zu vereinfachen, wird zunächst geprüft, ob sich Kreuzungen und reziproke Kreuzungen in der Höhenleistung voneinander unterscheiden. In Tab. 11 sind die Ergebnisse des t-Tests für alle entsprechenden Prüfglieder zusammengestellt. Es zeigt sich, daß nur bei 11,1 % der Mittelwertpaare die Irrtumswahrscheinlichkeit von $P = 5\%$ überschritten wird. Als Ursachen in sämtlichen Fällen können eindeutig Standortsunterschiede nachgewiesen werden, was auch an den unterschiedlichen Wuchsleistungen der Bezugspaare in den entsprechenden Wiederholungen ersichtlich wird. Der Einfluß des Standorts auf die Größe der Höhendifferenzen zwischen Kreuzung und reziproker Kreuzung wird vor allem bei einer Gegenüberstellung der Junkernthal-

Tab. 11 Prüfung der Mittelhöhendifferenzen von Kreuzungen und Reziprokkreuzungen mittels t-Test

Ort	Kreuzung/ Reziprok- kreuzung	1. Wiederholung				2. Wiederholung				3. Wiederholung			
		Höhe in dm	n	s ²	P in %	Höhe in dm	n	s ²	P in %	Höhe in dm	n	s ²	P in %
106	Ju 2 x Ju 1 Ju 1 x Ju 2	30,1 29,1	6 7	59,47 26,48	25,5	28,3 34,5	8 8	43,07 34,29	6,5	25,0 24,9	8 7	18,29 70,14	92,0
105	Ju 2 x Ju 1 Ju 1 x Ju 2	--				20,7 22,6	7 5	14,90 34,80	56,2	27,7 28,4	7 7	117,24 79,29	89,0
106	Ju 2 x Ju 3 Ju 3 x Ju 2	30,2 30,2	6 7	50,36 30,57	46,5	26,7 33,5	7 6	153,57 27,10	18,8	30,4 30,0	7 7	61,95 73,33	92,0
105	Ju 2 x Ju 3 Ju 3 x Ju 2	29,2 29,2	6 5	116,80 30,47	27,9	22,9 24,2	8 5	22,41 114,70	79,0	17,0 22,3	5 5	10,00 24,33	16,5
	Ju 2 x Ju 3 Ju 3 x Ju 2	--				23,7 18,3	7 7	55,90 35,57	11,0	--			
106	Ju 2 x Ju 4 Ju 4 x Ju 2	29,7 29,7	6 6	42,27 42,00	92,0	39,8 39,7	8 6	29,93 21,00	92,0	36,0 34,2	6 6	35,20 29,37	92,0
105	Ju 2 x Ju 4 Ju 4 x Ju 2	26,5 21,2	5 5	18,70 86,33	4,5	24,8 25,0	5 8	36,70 38,00	92,0	27,5 24,1	6 7	66,70 17,81	38,5
106	Ju 2 x Ju 6 Ju 6 x Ju 2	29,1 26,2	7 7	29,14 43,14	42,0	34,5 33,3	6 6	23,80 70,27	76,9	28,3 26,8	7 6	23,24 21,77	59,2
105	Ju 2 x Ju 6 Ju 6 x Ju 2	19,8 22,8	4 8	18,25 23,36	29,7	19,8 20,3	5 8	4,70 20,50	80,0	23,4 23,6	8 5	50,55 34,88	92,0
106	Ju 2 x Ju 7 Ju 7 x Ju 2	27,5 24,9	6 7	64,30 24,48	49,8	39,9 31,3	8 7	120,70 53,57	9,4	35,8 37,9	6 7	19,77 37,81	49,8
105	Ju 2 x Ju 7 Ju 7 x Ju 2	14,3 27,0	4 3	2,25 91,00	7,0	22,6 27,7	5 7	66,30 89,90	26,1	24,8 20,0	5 5	81,70 6,50	26,9
106	Ju 2 x Ju 8 Ju 8 x Ju 2	32,1 31,2	7 5	117,48 6,70	84,1	36,0 31,7	4 6	32,67 37,47	39,0	38,2 33,4	6 8	58,57 15,12	62,6
105	Ju 2 x Ju 8 Ju 8 x Ju 2	22,9 26,3	9 6	28,61 21,47	20,0	23,5 18,8	6 5	8,10 20,00	20,0	25,1 25,4	9 5	127,11 11,00	13,4
106	Ju 3 x Ju 4 Ju 4 x Ju 3	39,4 41,5	5 4	10,80 15,00	41,9	37,6 31,3	5 6	37,40 27,43	22,6	31,1 27,7	5 4	11,00 12,43	64,4

Ort	Kreuzung/ Reziprok- kreuzung	1. Wiederholung				2. Wiederholung				3. Wiederholung			
		Höhe in dm	n	s ²	P in %	Höhe in dm	n	s ²	P in %	Höhe in dm	n	s ²	P in %
105	Ju 3 x Ju 4	25,1	11	19,69	83,5	31,6	9	11,75	<u>3,6*</u>	32,4	7	31,45	48,0
	Ju 4 x Ju 3	26,0	2	32,00		23,5	4	57,55		29,0	3	52,00	
106	Ju 3 x Ju 7	40,0	6	14,00	40,0	42,0	6	14,00	62,6	41,7	7	20,50	13,0
	Ju 7 x Ju 3	41,4	7	3,29		40,4	8	67,12		37,6	6	27,12	
105	Ju 3 x Ju 7	17,3	3	0,33	23,0	27,3	3	52,33	34,7	26,7	5	34,70	3,5
	Ju 7 x Ju 3	21,6	7	73,62		32,3	7	119,57		35,6	9	20,27	
106	Wi 12 x Wi 4	28,3	6	19,07	14,2	40,9	8	14,40	66,1	40,8	8	62,93	69,8
	Wi 4 x Wi 12	31,4	5	0,80		39,9	8	14,70		40,2	4	28,25	
105	Wi 12 x Wi 4	20,5	8	15,43	17,5	25,3	7	41,90	5,4	25,8	8	105,27	56,0
	Wi 4 x Wi 12	23,6	7	18,95		28,8	6	17,37		30,1	7	57,48	
106	Wi 12 x Wi 7	35,0	8	54,86	92,0	38,5	8	36,86	<u>3,1*</u>	37,5	4	62,67	34,5
	Wi 7 x Wi 12	34,7	7	74,90		31,5	8	28,29		31,1	7	171,14	
105	Wi 12 x Wi 7	23,8	6	23,37	9,0	25,9	8	35,27	58,0	23,8	8	30,79	58,2
	Wi 7 x Wi 12	24,1	8	20,98		27,7	7	47,90		31,3	4	64,42	
106	Wi 12 x Wi 11	35,1	7	35,48	<u>1,2*</u>	43,9	7	18,14	31,4	44,3	4	48,92	61,0
	Wi 11 x Wi 12	43,3	6	16,67		38,2	6	23,27		4,0	8	54,00	
105	Wi 12 x Wi 11	29,9	7	18,48	<u>0,7**</u>	28,9	8	28,98	81,6	26,5	6	24,70	19,1
	Wi 11 x Wi 12	21,4	5	19,80		28,1	7	45,14		3,7	3	16,33	
101	Ga 1 x Ga 15	86,3	23	160,9	31,9	76,8	25	317,4	39,2	76,7	23	123,0	39,0
	Ga 15 x Ga 1	81,9	25	309,6		72,8	20	135,6		80,1	25	256,2	
	Ga 8 x Ga 15	84,7	25	160,7	13,7	84,1	22	68,1	62,5	80,1	25	94,1	39,0
	Ga 15 x Ga 8	79,3	24	150,7		82,7	24	136,7		77,1	20	168,0	
	Ga 19 x Ga 15	83,1	22	533,6	37,1	81,3	24	60,6	<u>1,6*</u>	78,8	24	80,9	8,4
	Ga 15 x Ga 19	88,6	22	245,7		76,9	21	131,8		83,8	24	75,9	
	Ga 20 x Ga 15	83,5	24	161,9	6,2	86,4	25	168,6	<u>0,1**</u>	83,6	25	46,0	0,1**
	Ga 15 x Ga 20	91,0	25	31,3		86,4	25	99,5		69,6	20	109,3	
	Ga 19 x Ga 16	76,8	25	93,7	<u>0,9**</u>	68,1	25	152,0	<u>0,6**</u>	80,5	23	129,9	61,9
	Ga 16 x Ga 19	85,6	25	161,9		80,2	25	289,8		78,9	25	90,8	

und Wildeck-Nachkommenschaften einerseits und den Gahrenberg-Nachkommenschaften andererseits deutlich: bei ersteren stehen jeweils beide Kombinationstypen in derselben Parzelle des Feldversuchs, bei letzteren nehmen sie getrennte Parzellen ein. Bei Berücksichtigung der Standortverhältnisse beweist die Gegenüberstellung der durchschnittlichen Höhenwerte von Kreuzungen und reziproken Kreuzungen, daß bei den untersuchten Plusbaumklonen keine Vater- oder Muttereffekte auf die Entwicklung des Höhenwachstums gegeben sind. Diese Feststellung erlaubt es, im weiteren Verlauf der Höenauswertung Nachkommenschaften derselben Eltern zusammenzufassen, da eine getrennte Beurteilung der Familien nach Mutter-Vater-Kombination zu umgekehrt keine zusätzlichen Informationen liefert.

Da zwischen den Klonen der drei Plusbaumsamenplantagen keine Kreuzungen durchgeführt worden sind, können die Klone nur herkunftsweise beurteilt werden.

Abb. 25 zeigt die Höhenentwicklung der Nachkommenschaften aus den Junkernthal-Kreuzungen mit den Gameten Ju 2 und Ju 3 auf verschiedenen Versuchsflächen. Auf der Ordinate sind die arithmetischen Höhenmittel aufgetragen, auf der Abszisse die eingekreuzten Junkernthal-Klone in aufsteigender Reihenfolge. Ein Vergleich der Nachkommenschaften und Flächen läßt erkennen, daß bestimmte Prüfglieder stets übereinstimmendes Verhalten aufweisen. Die Kombinationen der Klone Ju 4 und Ju 7 mit den Gameten Ju 2 und Ju 3 liegen auf allen Versuchsorten hinsichtlich der Wüchsigkeit mit an der Spitze. Umgekehrt sind die Nachkommen der Gameten mit den Klonen Ju 5 und Ju 6 sowie auch Ju 1 durch geringes Wachstum gekennzeichnet. In die Gruppe der Langsamwüchsigen ist auch die Nachkommenschaft Ju 2 x Ju 3 zu zählen. Bei den übrigen Prüfgliedern sind unterschiedliche Reaktionen festzustellen: Ju 8 und Ju 11 vermögen in Verbindung mit Ju 2 durchschnittlich bis überdurchschnittlich wüchsige Nachkommenschaften zu erbringen, mit Ju 3 dagegen ist das Wachstum ausgesprochen matt. Die Abweichungen der Höhenwerte der einzelnen Nachkommenschaften um das entsprechende Gruppenmittel der Orte verlassen in keinem Fall den Zufallsbereich. Die Leistungen der geringwüchsigen und frohwüchsigen Kreuzungsfamilien auf den Flächen

Hombressen und Gahrenberg sind jedoch signifikant verschieden ($F = 2,96^*$, $GD_{5\%} = 6,3$ dm). Die Wechselwirkungen sind mit $F = 1,01$ bei 13/56 FG nicht abzusichern.

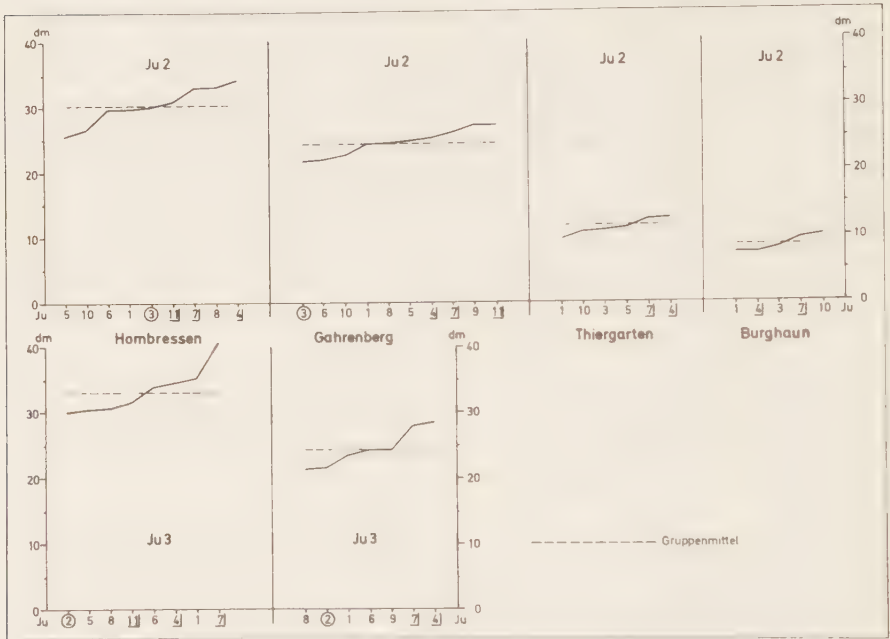


Abb. 25 Arithmetische Mittelhöhen der Junkerthal-Nachkommenschaften aus kontrollierter Kreuzung

Trotz des zahlenmäßig geringen Umfanges der Nachkommenschaften ist die Kombinationseignung der Klone zu erkennen. Bei Ju 4 und Ju 7 müssen die Gründe für das überdurchschnittliche Höhenwachstum auf eher dominante oder additive Genwirkungen der Partner zurückgeführt werden, beide Klone besitzen die für den Aufbau von Hochzuchtsamenplantagen wichtige Voraussetzung der spezifischen Kombinationseignung. Die Reaktionen der Klone Ju 1, Ju 5 und Ju 6 lassen auf eine für das Höhenwachstum negativ zu bewertende genetische Konstitution schließen, die zugleich mit einer schlechten Kombinationseignung gekoppelt ist und ihre Verwendung für die Er-

zeugung vom Plantagensaatgut unter dem Aspekt der Höhenwuchsleistung ausschließt. Bei den übrigen Klonen scheinen die Anlagen für das Höhenwachstum gegenüber den ersten beiden Gruppen noch komplizierter ausgebildet zu sein, was sich aus den unterschiedlichen Leistungen in verschiedenen Kombinationen erklärt.

Um die wichtige Frage der Standortstoleranz oder Ökovalenz auf der Ebene des Klones prüfen zu können, sind für die Kreuzungsnachkommenschaften der Junkerthal-Samenplantage die Anteile an der Interaktion Prüfglieder/Orte in der Varianzanalyse für die Versuchsorte Nr. 105 - Gahrenberg und Nr. 106 - Hombressen berechnet worden, wobei die Nachkommenschaften nach den Gameten Ju 2 und Ju 3 getrennt worden sind. Für 5 Kombinationen der Gamete Ju 2 sind in eine weitere Streuungserlegung zusätzlich die Flächen Nr. 104 - Burg-haun und Nr. 108 - Thiergarten einbezogen worden.

Anteile an SQ Prüfglieder/Orte

	<u>absolut</u>	<u>in %</u>		<u>absolut</u>	<u>in %</u>		<u>absolut</u>	<u>in %</u>
Ju 2 x Ju 1	0,13	0,4	Ju 3 x Ju 1	3,00	11,6	Ju 2 x Ju 1	1,49	4,6
Ju 2 x Ju 3	2,65	8,3				Ju 2 x Ju 3	2,52	7,9
Ju 2 x Ju 4	4,51	14,1	Ju 3 x Ju 4	4,44	17,2	Ju 2 x Ju 4	10,13	31,5
Ju 2 x Ju 5	13,63	42,6						
Ju 2 x Ju 6	1,63	5,1	Ju 3 x Ju 6	0,31	1,2			
Ju 2 x Ju 7	0,42	1,3	Ju 3 x Ju 7	6,00	23,2	Ju 2 x Ju 7	1,48	4,6
Ju 2 x Ju 8	3,93	12,3	Ju 3 x Ju 8	0,13	0,5			
Ju 2 x Ju 10	2,43	7,6				Ju 2 x Ju 10	16,53	51,4
Ju 2 x Ju 11	2,66	8,3	Ju 3 x Ju 11	12,00	46,3			
SQ Prüfglieder/Orte	25,88	100,0		25,88	100,0		32,15	100,0

Eine klare Beurteilung der Ökovalenz der Vollgeschwisterfamilien über die Anteile am Summenquadrat der Prüfglieder/Orte-Interaktion ist an dem vorgegebenen Untersuchungsmaterial nicht möglich. Es läßt sich erkennen, daß das Anpassungsvermögen an unterschiedliche Standortverhältnisse eine klonspezifische Eigenschaft ist, die vererbungsbedingten Modifikationen unterliegt. Die Klone Ju 1 und Ju 6 zeigen in Kombination sowohl mit Ju 2 als auch mit Ju 3 ein relativ hohes Maß an Ökovalenz, Ju 8 und Ju 11 dagegen weisen in den entsprechenden Verbindungen gegensätzliche Reaktionsverhalten

auf. Für die Gesamtwertung des Problems der Adaptationsfähigkeit auf klonaler Ebene über die Kreuzungsnachkommenschaften muß berücksichtigt werden, daß nur eine geringe Zahl vergleichbarer Versuchsflächen zur Verfügung steht und daß die Höhenmessungen auf den Freiflächen in einem Alter des Versuchs vorgenommen worden sind, zu dem die Höhenentwicklung während des Anzuchtstadiums sich möglicherweise noch auf den Zustand zum Aufnahmezeitpunkt ausgewirkt hat. Genauere Erkenntnisse werden sich erst nach einer weiteren Vollaufnahme ergeben.

Die Mittelhöhen der Kreuzungsnachkommenschaften der Wildeck-Klone mit den Gameten Wi 5, Wi 11 und Wi 12 sind in Abb. 26 für die Versuchsflächen Nr. 104 - Burghaun, Nr. 105 - Gahrenberg, Nr. 106 - Hombressen und Nr. 108 - Thiergarten dargestellt. Die Ordinate gibt wiederum die Höhen an, auf der Abszisse sind die Kreuzungspartner der drei Gameten aufgetragen. Die Zahl der Prüflglieder aus den Kreuzungsserien ist zu klein, um eine eingehende Auswertung durchzuführen. Zum Zeitpunkt der Kreuzungsarbeiten war der Blütenansatz auf der Wildeck-Samenplantage noch zu gering, um eine vollständige Kreuzungsserie mit den drei Gameten vornehmen zu können. Die Differenzen der Höhenwerte innerhalb derselben Flächen lassen sich statistisch nicht absichern, ebensowenig sind Unterschiede in der Kombinations-eignung erkennbar.

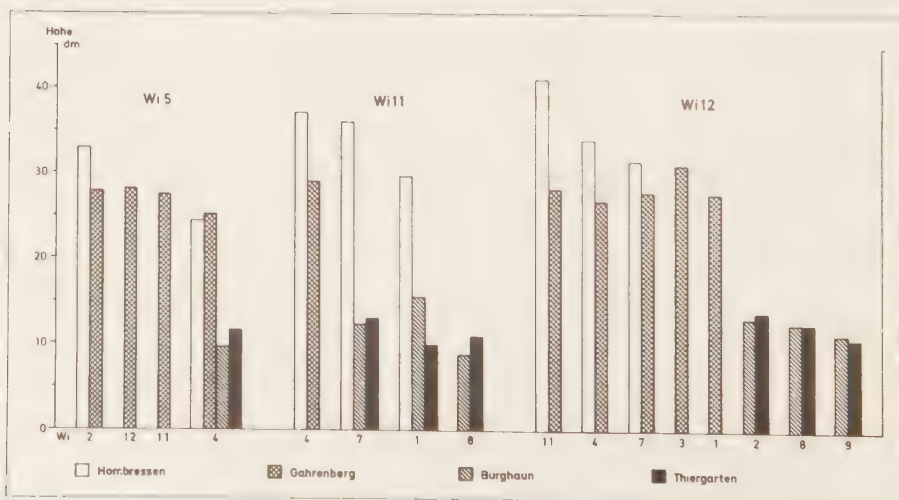


Abb. 26 Arithmetische Mittelhöhen der Wildeck-Nachkommenschaften aus kontrollierter Kreuzung

Das Ergebnis der Auswertung der Kreuzungen der Gahrenberg-Klone, deren Nachkommenschaften auf der Versuchsfläche Nr. 101 - Bad Sooden-Allendorf stehen, gibt Abb. 27 wieder. Die Familien mit der Gamete Ga 15 sind in aufsteigender Rangfolge ihrer Höhen über der Abszisse eingezeichnet, die Werte der Kombinationen mit Ga 16 sind entsprechend dazu eingetragen. Aus der Darstellung werden die unterschiedlichen Reaktionen der eingekreuzten Klone mit den beiden Gameten ersichtlich. In der Varianzanalyse können signifikante Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Prüfgliedern nicht nachgewiesen werden ($F = 1,30$), dennoch erscheinen die Differenzen beachtenswert. Während die Kreuzungsnachkommenschaften aus Ga 15 mit Ga 20, Ga 8, Ga 7, Ga 19, Ga 6 und Ga 18 Höhen erreichen, die immerhin über dem Gesamtmittel liegen, erreichen dieselben Kreuzungspartner, außer Ga 8 und Ga 18, mit Ga 16 nicht diesen Bezugswert. Die Nachkommenschaften aus den Kreuzungen zwischen den Gameten sowie aus den Kombinationen der beiden mit den Klonen Ga 1 und Ga 17 zeigen nur unterdurchschnittliches Wachstum. Ga 16 vermag lediglich in Verbindung mit Ga 8 und Ga 18 zu einer überdurchschnittlichen Wuchsleistung zu gelangen.

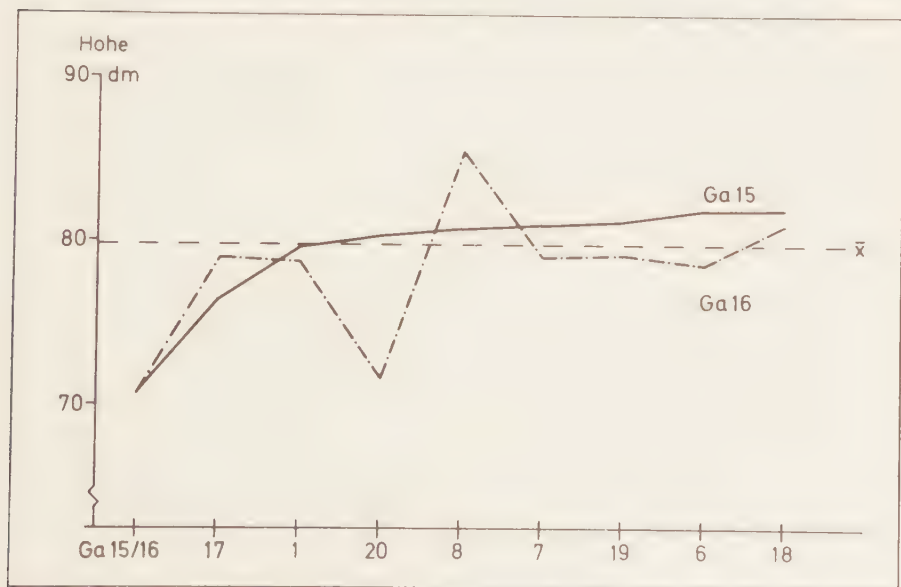


Abb. 27 Arithmetische Mittelhöhen der Gahrenberg-Nachkommenschaften aus kontrollierter Kreuzung

Wird vom Höhenwachstum der Kreuzungsnachkommenschaften auf die erblichen Verhältnisse für das Wuchsvermögen bei den jeweiligen Eltern geschlossen, so muß bei Ga 15 gegenüber denselben Kreuzungspartnern eine günstigere genetische Konstitution als bei Ga 16 festgestellt werden. Auf Grund der besseren Höhenwuchsleistungen der meisten Nachkommenschaften aus den Kreuzungen der Gahrenberg-Klone mit der Gamete Ga 15 muß dieser eine bessere Kombinations-eignung zugesprochen werden als der Ga 16. Für diese trifft dies nur im Falle der Kombination mit Ga 8 und Ga 18 zu.

4413 Selbstungen

Trotz zahlreicher Selbstbestäubungen bei allen Klonen der drei Samenplantagen sind auf den Freilandversuchsflächen nur 4 Selbstungsnachkommenschaften der Junkernthal- und 8 der Gahrenberg-Klone vorhanden. Der Grund hierfür liegt in dem klonspezifischen Fertilitätsgrad, der zu unterschiedlich hohen Vollkornanteilen führt und an den bei Selbstungsnachkommen bereits im Baumschulalter auftretenden Wuchsdepressionen, die häufig zu diesem Zeitpunkt ein Absterben der Pflanzen bewirken.

Für die Junkernthal- und Wildeck-Klone ist anhand der Samenernte aus dem Bestäubungsprogramm 1964 der Selbstfertilitätsquotient

$$= \frac{\text{Zahl der Sämlinge} \times 100}{\text{Zahl der ausgesäten Körner}} \% \text{ ermittelt worden:}$$

Ju 1 = 28 %	Ju 7 = 0	Wi 1 = 4 %	Wi 7 = 0
Ju 2 = 4 %	Ju 8 = 0	Wi 2 = 0	Wi 8 = 2 %
Ju 3 = 27 %	Ju 9 = 0	Wi 3 = 0	Wi 9 = 1 %
Ju 4 = 5 %	Ju 10 = 0	Wi 4 = 1 %	Wi 10 = 0
Ju 5 = 4 %	Ju 11 = 0	Wi 5 = 1 %	Wi 11 = 4 %
Ju 6 = 11 %		Wi 6 = 0	Wi 12 = 2 %

Nur bei den Junkernthal-Klonen Ju 1, Ju 3 und Ju 6 zeigen sich höhere Fertilitätsquoten, die übrigen Prüfglieder können praktisch als selbststeril angesehen werden, besonders bei Berücksichtigung

der Tatsache, daß der Pollen bei der Bestäubung mittels Pinsel direkt auf die weiblichen Blütenstände aufgetragen worden ist.

In der Höhenentwicklung lassen die Selbstungsnachkommenschaften der Junkernthal-Klone auf den Flächen Nr. 105 - Gahrenberg und Nr. 106 - Hombressen gleichgerichtete Tendenz erkennen.

	Gahrenberg dm	Hombressen dm	Gesamt dm	$GD_5\% = 0,86$	FG	MQ	F
Ju 3 S	25,7	41,2	33,9	Prüfglieder	3	1,50	8,82**
Ju 1 S	22,3	31,8	27,0	Orte	1	5,36	31,53**
Ju 6 S	21,3	26,0	23,7	Wechselwirkungen	3	0,38	n.s.
Ju 2 S	19,4	26,6	23,0	Fehler	16	0,13	

Die Nachkommenschaft von Ju 3 S ist im Höhenwachstum den Ju 6- und Ju 2-Selbstungen signifikant überlegen. Es fällt auf, daß die Klone mit höherem Selbstfertilitätsgrad auch bessere Höhenwuchseleistungen aufweisen als die mit einem niedrigen Quotienten. Da in der Varianzanalyse die Wechselwirkungen nicht abgesichert werden können, ist ihr SQ-Wert mit dem des Versuchsfehlers gepoolt worden und daraus ein neuer SQ-Fehler zur Prüfung der Haupteffekte errechnet.

Bei der Gegenüberstellung der Gahrenberg-Selbstungsnachkommenschaften (Fläche Nr. 101 - Bad Sooden-Allendorf) ergeben sich in gleicher Weise signifikante Unterschiede (t-Test).

	Höhe dm	Ga 17	Ga 8	Differenz zu		Ga 19	Ga 1	Ga 16
				Ga 15	Ga 6			
Ga 18 S	84,6	1,5	5,5*	5,6*	7,7**	10,2**	20,1**	26,3**
Ga 17 S	83,1	-	4,0	4,1	6,5*	8,7*	18,6**	24,8**
Ga 8 S	79,1		-	0,1	2,2	4,7	14,6**	20,8**
Ga 15 S	79,0			-	2,1	4,6	14,5**	20,7**
Ga 6 S	76,9				-	2,5	12,4**	18,6**
Ga 19 S	74,4					-	9,9	16,1**
Ga 1 S	64,5						-	6,2
Ga 16 S	58,3							-

Das Wachstum der Prüfglieder Ga 18 S und Ga 17 S übertrifft in fast allen Fällen nachweisbar das der anderen. Umgekehrt liegen Ga 16 S und Ga 1 S in ihrer Höhenentwicklung so weit zurück, daß auf Wuchsdepressionen oder erbliche Langsamwüchsigkeit geschlossen werden kann. Auskunft hierüber kann ein Vergleich der Wuchsleistung dieser Prüfglieder mit den Ergebnissen aus anderen Testmethoden erbringen (Abschnitt 4414).

Für eine eingehendere Beurteilung der Höhendifferenzen zwischen Selbstungsnachkommenschaften ist die Häufigkeitsverteilung der Einzelbaumhöhen auf Höhenstufen eine wesentliche Informationsquelle. Stark links- oder rechtsschiefe Abweichungen von der Normalverteilungskurve können ihre Ursachen in der Anhäufung letal oder subletal wirkender Gene haben, die zu einer Anhäufung mattwüchsiger Pflanzen oder zu einem frühzeitigen Absterben zahlreicher Individuen führen. Die Wölbung oder der Exzeß der Verteilungslinie lassen auf den Heterozygotiegrad schließen. Ein breiter, flacher Verlauf gegenüber der Normalverteilung deutet auf möglicherweise stark heterozygotische Verhältnisse hin, schmale, überhöhte Häufigkeitsverteilungen dagegen werden durch den Einfluß weniger Erbfaktoren auf die Merkmalsausbildung oder das Zusammentreffen letal oder subvital wirkender Gene verursacht.

Voraussetzung für derartige Untersuchungen sind völlig einheitliche Standortverhältnisse und eine kontinuierliche Beobachtung des Pflanzenmaterials sowie der Umwelteinflüsse. Da beide Bedingungen praktisch nur während des Anzuchtstadiums der Pflanzen, nicht aber auf den Freilandversuchsflächen erfüllbar sind, ist eine entsprechende Auswertung nicht vorgenommen worden. Entscheidend für diesen Entschluß ist, daß die möglicherweise gefundenen Ergebnisse nicht zweifelsfrei auf ihre tatsächlichen Ursachen bezogen werden können.

Aufschlüsse über die genetischen Verhältnisse in einer Selbstungsnachkommenschaft vermag der Versuch Nr. 107- Hombressen Abt. 182 zu liefern. Auf dieser Fläche stehen als Prüfglieder Absaaten aus freier Abblüte von Einzelbäumen, die aus einer Selbstung des Klones Ga 8 entstanden sind. Zu Vergleichszwecken ist in den Versuch eine Nachkommenschaft aus einer Kreuzung eines I₁-Baumes mit dem Klon Ga 6 als Vater eingebaut.

Die auftretenden Höhendifferenzen sind rein zufällig und beruhen, wie aus der Varianzanalyse ersichtlich, überwiegend auf der Streuung der Einzelbäume innerhalb der Prüfglieder.

Varianztabelle

	FG	Sq	MQ	F	Varianzkomponenten	
					absolut	%
Prüfglieder	10	239,08	23,91	1,93 n.s.	3,85	23,7
Wiederholungen	2	16,35	8,17	0,66	0	0
Fehler	20	247,32	12,37		12,37	76,3
Gesamt	32	502,75				

Für die relativ gleichen Höhenwerte, die sich im Mittel um 3,60 m bewegen (Tab.XI) und damit in etwa den Höhen der auf der standörtlich sehr ähnlichen Fläche Nr. 106 - Hombressen Abt. 177 aufgewachsenen Nachkommenschaften entsprechen, bietet sich folgende Erklärung an:

die Anlagen für das Höhenwachstum sind bei Ga 8 additiv oder multiplikativ polygen bestimmt und von hohem Dominanzgrad, so daß bei einer Selbstung Höhenwuchsdefekte nur begrenzt auftreten. Für eine dominante Steuerung spricht, daß die Nachkommenschaften der einzelnen, räumlich weit voneinanderstehenden, durch freien Pollenflug bestäubten I₁-Bäume keine größeren Leistungsunterschiede aufweisen. Diese Folgerung wird durch die Kontrollkreuzung mit Ga 6 bestätigt. Es ist bekannt, daß Kreuzungen mit Inzuchtlinien bei den Nachkommenschaften häufig zu einem gegenüber den Eltern gesteigerten Wachstum führen, so daß auch für die Höhenentwicklung der freien Abblüten der Ga 8 S-Bäume Heterosiseffekte angenommen werden können. Da aber alle Nachkommenschaften, in denen der Klon Ga 8 als Elter auftritt, überdurchschnittliches Höhenwachstum gezeigt haben, ist einschließlich den Ergebnissen dieser Selbstungsanalyse mit großer Wahrscheinlichkeit bei Ga 8 für das Merkmal Wuchsleistung eine ausgeprägte dominante Veranlagung zu unterstellen.

4414 Vergleich zwischen Nachkommenschaften aus freier Abblüte,
Kreuzungen, Selbstungen und Handelssaatgut

Durch eine Gegenüberstellung der Höhenwuchsleistungen von Nachkommenschaften aus verschiedenen Züchtungsverfahren zu den Ergebnissen der gleichaltrigen Populationen aus Handelssaatgut lassen sich die Züchtungsmöglichkeiten beurteilen. In die Freilandversuche der Nachkommenschaftsprüfungen sind Prüfglieder aus Handelssaatgut, das in der waldbaulichen Praxis vielfach Verwendung findet, miteingebaut, um bei der Bewertung des Züchtungsmaterials als Bezugsmaß zu dienen. Der "Standard" ist der errechnete arithmetische Mittelwert der Aufnahmeergebnisse je Versuchsfläche von den Handelssaatgutherkünften 'Harbke', 'Schlitz', 'Sudeten', 'Taunus' und 'Wildeck', die zum Teil Sonderherkünfte darstellen und damit bereits als ausgelesenes Spitzenmaterial anzusehen sind. Da diese fünf Prüfglieder vollständig nur auf den Flächen Nr. 105 - Gahrenberg und Nr. 106 - Hombressen stehen, liegt das Schwergewicht der Auswertung auf diesen Versuchen.

Abb. 28 gibt die relativen Höhenwuchsleistungen aller Junkernthal-Nachkommenschaften zum Standard auf den Flächen Gahrenberg und Hombressen wieder. Die absolute, durchschnittliche Höhe des Standards ist auf der Ordinate aufgetragen und je Versuchsfläche gleich 100 % gesetzt worden. Auf der Abszisse sind die Prüfglieder nach Kombinationstypen zusammengefaßt. Innerhalb dieser Gruppierungen werden die aus freier Abblüte entstandenen Nachkommenschaften nach Erntejahren getrennt. Die Kreuzungen sind nach den ausgewählten Gameten gegliedert. Zu Vergleichszwecken werden schließlich noch die Höhen verschiedener Artbastardnachkommenschaften aufgeführt, die zum einen aus gelenkten Kreuzungen zwischen Ju 3 als Mutter und verschiedenen Japanlärchen-Plusbäumen als Väter entstanden sind, zum anderen aus dem Saatgut einer Arthybridsamenplantage entstammen, die 1955 von der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik und Pflanzenzüchtung in Schmalenbeck, angelegt wurde. Neben den Einzelergebnissen der Prüfglieder enthält die Darstellung auch die Mittelwerte je Kombinationstyp und Versuchsfläche.

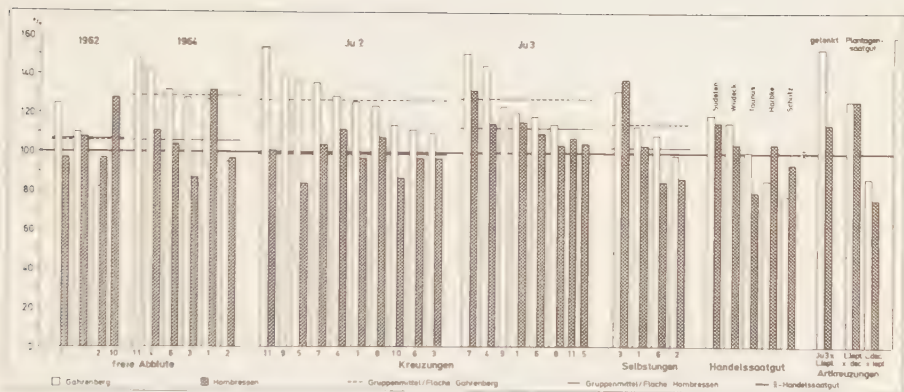


Abb. 28 Arithmetische Mittelhöhen von Junkerthal-Nachkommen-
schaften aus freier Abblüte, kontrollierten Kreuzungen
und Selbstungen im Vergleich zu Handelssaatgut

Die Mittelhöhe des Standards beträgt auf der Fläche Gahrenberg 1,95 m, in Hombressen 3,06 m. Aus diesen beiden Zahlen geht der erhebliche Standortsunterschied zwischen den zwei Versuchsorten hervor, dessen Einfluß auf die Reaktion der Prüfglieder deutlich aus der Abbildung zu ersehen ist.

Auf der Fläche Gahrenberg, die gegenüber Hombressen durch schlechtere Nährstoff- und Wasserversorgungsverhältnisse gekennzeichnet ist, weichen die relativen Höhen der Prüfglieder wesentlich stärker vom Bezugsmittel ab als in Hombressen, und zwar fast ausschließlich positiv. Die freie Abblüte 1964 der Junkerthalklone liegt im Mittel knapp 30 % über der Basis, in Hombressen dagegen nur 6 %. Ähnliche Relationen ergeben sich auch bei den Kreuzungen: die Nachkommen-
schaften mit den Gameten Ju 2 und Ju 3 erreichen in Gahrenberg

127 % und 128 % des Standards, in Hombressen fallen sie bei den Ju 2-Kombinationen damit zusammen bzw. erreichen in Verbindungen von Ju 3 113 %. Die Werte der Selbstung von Ju 1, Ju 2, Ju 3 und Ju 6 betragen entsprechend 115 % und 103 %. Bei den Arthybriden übertagen auf der Fläche Gahrenberg mit einer durchschnittlichen Wuchseleistung von 154 % die Nachkommenschaften aus den gelenkten Kreuzungen zwischen Ju 3 und Japanlärchen-Plusbäumen. Auf dem besseren Standort Hombressen übertreffen sie den Standard um 15 %. Bemerkenswert ist das Höhenwachstum der Prüfglieder aus der Arthybridsamenplantage. Mit den Japanlärchen als Mutter beträgt die Leistung auf beiden Orten 127 % der Vergleichsbasis, mit den europäischen Lärchen als Mutter dagegen nur 87 % bzw. 76 %.

Auf der Fläche Gahrenberg ist das Gruppenmittel der freien Abblüte 1964 den Vergleichswerten der Kreuzungen in etwa gleichzusetzen. Dabei ist festzustellen, daß sowohl aus freier Bestäubung wie aus gelenkter Kombination bestimmte Nachkommenschaften ein überragendes Wachstum aufweisen: bei der freien Abblüte sind es die Klone Ju 11 und Ju 4. In gleicher Weise treten sie in den Kreuzungsnachkommenschaften mit Ju 2 und Ju 3 hervor, hier daneben aber auch die Klone Ju 7 und Ju 9. Die durchschnittliche Leistung der Selbstungen liegt bei 115 %, doch ist zu beachten, daß dieser Wert wesentlich durch das hervorragende Wachstum der Ju 3 S-Nachkommenschaft angehoben ist. Die vergleichsweise stark abfallenden Höhen der Ju 1 S-, Ju 2 S- und Ju 6 S-Prüfglieder zeichnen sich auch bei ihren Kreuzungs- und frei abgeblühten Nachkommenschaften ab, so daß ihre hier nachgewiesene Unterlegenheit als erbbedingt angesehen werden kann. Insgesamt ist der Darstellung zu entnehmen, daß die Plusbaumnachkommenschaften der Junkernthal-Klone im Mittel den Standardpopulationen im Höhenwachstum überlegen sind. Von den Handelssaatgutherkünften zeichnen sich wiederum die Prüfglieder 'Sudeten' und 'Wildeck' gegenüber den drei restlichen durch deutlich besseres Wachstum aus.

Bei den Wildeck-Klonen sind keine Selbstungsnachkommenschaften vorhanden, so daß nur freie Abblüte und Kreuzungen zum Standard in Beziehung gesetzt werden - Abb. 29. Die standortsbedingten Auswirkungen auf die Prüfglieder sind die gleichen, wie bei den Junkernthal-

Klonen. Daneben ist aber festzustellen, daß besonders auf der Fläche Gahrenberg das Wachstum der Kreuzungsnachkommenschaften das derjenigen aus freier Abblüte übertrifft. Während letztere im Durchschnitt immerhin 120 % der Leistung des Standards erbringen, liegen die entsprechenden Werte der Kreuzungen zwischen 145 % und 150 %. Auch auf der Fläche Hombressen ist die Überlegenheit der Kreuzungen sichtbar, jedoch nicht so ausgeprägt.

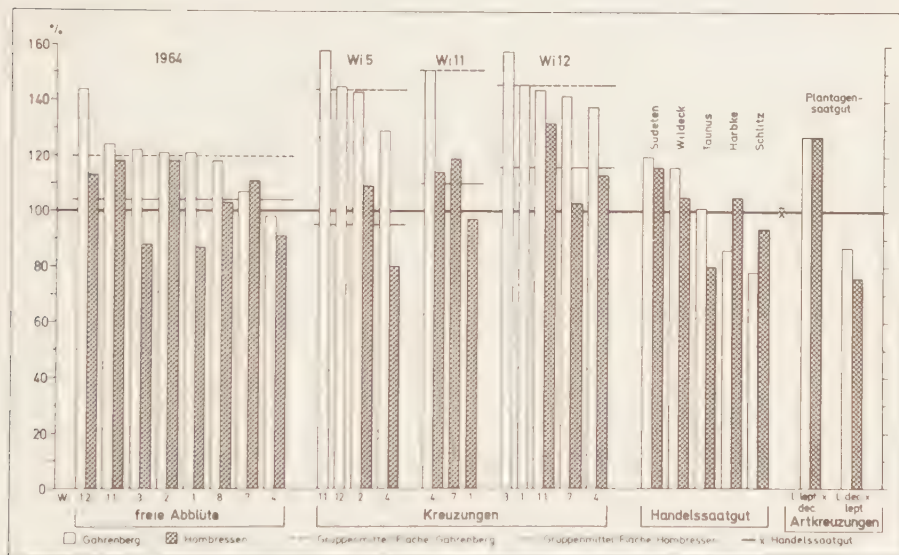


Abb. 29 Arithmetische Mittelhöhen von Wildeck-Nachkommenschaften aus freier Abblüte und kontrollierten Kreuzungen im Vergleich zu Handelssaatgut

Für die Gahrenberg-Klone ist ein unmittelbarer Vergleich der Nachkommenschaftsformen nicht möglich, da von diesen Prüfgliedern auf den Flächen Nr. 105 und 106 nur Absaaten verschiedener Klone aus freier Abblüte stehen. Die durchschnittliche Wuchsleistung der Absaaten aus drei Jahren gegenüber dem Standard liegt auf der Fläche

Nr. 105 bei etwa 140 %, auf der Fläche Nr. 106 bei etwa 115 % (Abb. 30). Dieses Ergebnis bestätigt auch für die Gahrenberg-Samenplantage ein höheres Leistungsvermögen der Plusbaumklone im Verhältnis zu den Handelssaatgutprüfgliedern.

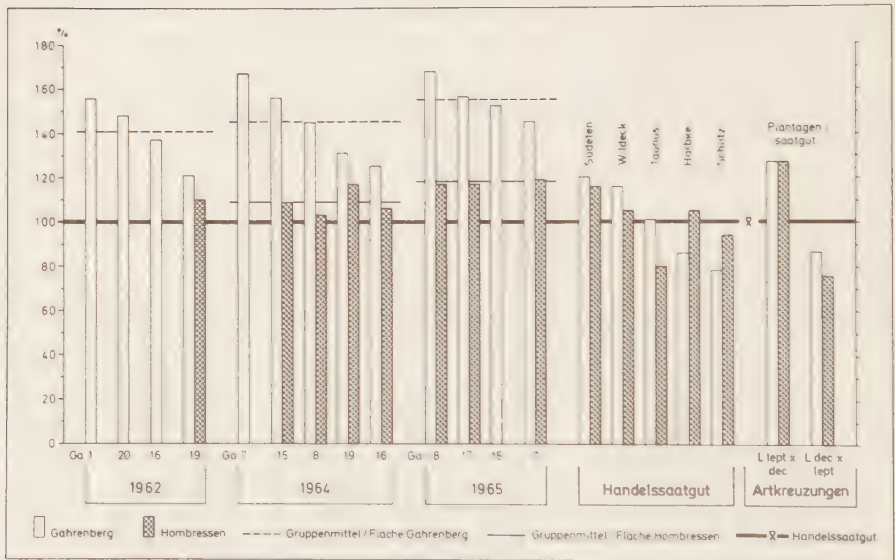


Abb. 30 Arithmetische Mittelhöhen von Gahrenberg-Nachkommenschaften aus freier Abblüte im Vergleich zu Handelssaatgut

Über Unterschiede zwischen Kreuzungs- und frei abgeblühten Nachkommenschaften dieser Klone gibt Abb. 31 Auskunft, in der die Ergebnisse der Höhenmessung des Versuchs Nr. 101 - Bad Sooden-Allendorf dargestellt sind. Der Vergleich ist zu den obigen Ausführungen jedoch nicht ganz zutreffend, da das Versuchsmaterial auf dieser Fläche älter ist und die Standardprüfglieder fehlen. Als Bezugsbasis dient daher das Versuchsmittel. Der Darstellung ist zu entnehmen, daß die durchschnittliche Höhenwuchsleistung der 4 Kombinationsgruppen kaum differiert. Aus der Höhenentwicklung der einzelnen

Nachkommenschaften sind jedoch Hinweise auf die genetischen Anlagen für das Höhenwachstum bei den Plusbaumklonen zu erhalten. Der Klon Ga 18 zeigt in Kombination mit den Gameten Ga 15 und Ga 16 mit die besten Höhenresultate von allen Kreuzungsfamilien, ebenso steht er bei den Selbstungsprüfliegern an der Spitze. In etwa gleiche Höhen weisen die verschiedenen Nachkommenschaften von Ga 8 auf. Da bei diesem Klon auf Grund der bereits dargelegten Auswertungen ein hoher Dominanzgrad für das Höhenwachstum unterstellt wird, sind wegen der auffallenden Übereinstimmung des Wuchsverhaltens beider Klone in allen Kombinationsmöglichkeiten für Ga 18 ähnliche genetische Verhältnisse anzunehmen. Umgekehrt bleibt das Wachstum der Nachkommenschaften mit Ga 1 bzw. Ga 16 als Elter stets unter dem Versuchsmittel, so daß auch in diesem Falle auf erbbedingte Ursachen für Wuchsunterlegenheit geschlossen werden kann.

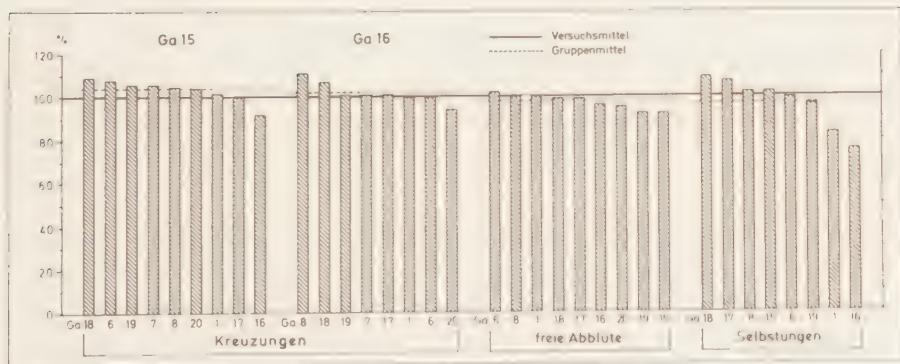


Abb. 31 Arithmetische Mittelhöhen von Gahrenberg-Nachkommenschaften aus freier Abblüte, kontrollierten Kreuzungen und Selbstungen - Versuch Nr. 101 - Bad Sooden-Allendorf

Neben Hinweisen auf genetische Anlagen der Klone ermöglicht die Gegenüberstellung der Höhenwuchsleistungen der Prüfglieder aus unterschiedlicher generativer Vermehrung auch die Beurteilung, in welchem Rahmen, bezogen auf die Höhenentwicklung der Handelssaatgutherkünfte, durch die Auswahl bestimmter Klone für den Aufbau von Hochzuchtsamenplantagen Mehrleistungen zu erwarten sind.

Auf den Flächen Nr. 105 und 106 sind 47 Prüfglieder parallel angebaut (vgl. Tab. XI). Die Variationsbreite der Höhenwuchsleistung der einzelnen Nachkommenschaften reicht auf dem Versuchsort Nr. 105 - Gahrenberg von 15,1 - 32,9 dm, das sind dort 77 bis 169 % des Standards und in Nr. 106 - Hombressen von 23,4 bis 42,1 dm, also 76 bis 138 % des entsprechenden Bezugsmaßes. Die Varianzanalyse für beide Anbauorte zeigt, daß sich Höhendifferenzen zwischen Prüfgliedern, im Mittel beider Orte, mit 99 %iger Wahrscheinlichkeit absichern lassen.

	<u>Varianztabelle</u>				Varianz-		
	FG	SQ	MQ	F	kompontenten absolut	%	n ²
Prüfglieder	46	3796,46	82,53	5,14**	32,76	19,9	0,22
Orte	1	5428,76	5428,76	337,82***	115,14	69,8	
Wechselwirkungen	46	995,18	21,63	1,47n.s.	2,31	1,4	
Fehler	188	2765,73	14,71		14,71	8,9	
Gesamt	281	12986,13			164,92	100,0	

Es wird aber auch deutlich, daß 70 % der Variationsursachen auf die erheblichen Standortsdifferenzen zwischen beiden Versuchsorten zurückzuführen sind. Die innerhalb des Zufallsbereichs variierenden Wechselwirkungen geben zu erkennen, daß die Prüfglieder etwa gleichgerichtet auf Umweltveränderungen reagieren. Die Heritabilität ist mit 0,22 geschätzt, wobei ebenfalls der durch die Standortsverhältnisse bedingte Streuungsanteil zu berücksichtigen ist. Bei getrennter Berechnung der Streuungszersetzungen für die Einzelflächen erhöht sich das Verhältnis der genetisch bedingten Komponente zur phänotypischen Gesamtvarianz in Gahrenberg auf 0,48 und in Hombressen auf 0,46.

Für parallel auf beiden Versuchsflächen stehende Prüfglieder lassen sich am Merkmal Höhe im Alter von 6 Jahren folgende Heritabilitäten im weiteren Sinne schätzen:

Nachkommen- schaften	freie Abblüte h^2	Kreuzungen h^2	freie Abblüte + Kreuzungen + Handelssaatgut h^2
Junkernthal	0,10	0,11	0,21
Wildeck	0,12	0,28	0,20
Gahrenberg	0,00	-	0,21
Handelssaatgut	0,11	-	-

Mit den jeweils dazugehörigen Mittelwerten und Streuungen wird der genetische Gewinn bei einer Ausleseintensität von $S_1 = 1\sigma$ bzw. $S_2 = 1,64\sigma$ berechnet, als Mittelwerte der Auslesepopulationen sind wiederum die Auslesegrenzen angenommen. Der genetische Gewinn ist in absoluten Werten (dm) und relativ zum Mittel der Unterpopulationen "freie Abblüte + Kreuzungen + Handelssaatgut" ausgedrückt.

Nachkommen- schaften	Genetischer Gewinn			
	absolut		% von $\bar{x}$	
	S_1	S_2	S_1	S_2
Junkernthal	1,41	1,55	5,2	6,6
Wildeck	1,47	2,45	5,4	8,9
Gahrenberg	1,54	2,57	5,4	9,0

Bei der Gegenüberstellung der geschätzten Heritabilitäten für "freie Abblüte" zu "freie Abblüte + Kreuzungen + Handelssaatgut" ist zu erkennen, daß unter Einbeziehung eines Standards aus Handelssaatgut der Einfluß der genetischen Komponente bei Nachkommenschaften von Ausleseebäumen auf die Ausprägung eines Merkmals deutlicher herausgestellt wird als wenn die Nachkommenschaften nur untereinander verglichen werden. Der hergeleitete genetische Gewinn in einer Höhe von 5 - 9 % des Bezugsmittels kann als vorsichtige Schätzung angesehen werden.

Bei einer Selektionsintensität von $s_1 = 1\sigma$ errechnen sich für die Unterpopulationen "freie Abblüte + Kreuzungen + Handelssaatgut" folgende Auslesegrenzen:

Junkernthal:	34,0 dm
Wildeck:	35,0 dm
Gahrenberg:	36,1 dm.

Da die arithmetische Mittelhöhe der 5 Handelssaatgutherkünfte bei 25,0 dm liegt, übertreffen die unteren Grenzwerte der Höhen der auszulesenden Prüfglieder diesen Bezugswert um 135 - 145 %. In dieser errechneten Mehrleistung sind allerdings auch noch die Einflüsse von Standort und Wechselwirkungen auf das Höhenwachstum enthalten.

Bei der Gegenüberstellung der Nachkommenschaften aus unterschiedlicher generativer Vermehrung werden die Schwierigkeiten offensichtlich, die die züchterische Prüfung von Ausleseebäumen beinhaltet. Statistische Auswertungen, die Auskunft über die genetischen Verhältnisse der Klone geben können, bauen im allgemeinen auf vollständigen Prüfprogrammen und orthogonalen Versuchsanlagen auf. Ideale Voraussetzungen zur Ermittlung des Erbwertes der selektierten Individuen bieten diallele Kreuzungen, die jedoch, auch ohne reziproke Kreuzungen wie bei der europäischen Lärche, zu einer großen Zahl von Kombinationsmöglichkeiten führen. Bei 20 Klonen wären dies bereits 190. Der technische und zeitliche Aufwand für ein solches Kreuzungsprogramm und die Probleme bei der Bereitstellung geeigneter Flächen für die Freilandprüfung sind so groß, daß dieses Verfahren in der Forstpflanzenzüchtung nur begrenzt Anwendung findet. Hilfsweise werden zur Beurteilung von Klonen daher die Ergebnisse aus freier Abblüte, partieller Gametenselektion, Selbstung und gegebenenfalls auch aus vegetativen Vermehrungen herangezogen und insgesamt betrachtet. Auch hierbei sind noch erhebliche Schwierigkeiten zu bewältigen, über den Vergleich der Nachkommenschaften aus den verschiedenen Vermehrungswegen lassen sich aber Hinweise auf die vom züchterischen Standpunkt aus geeigneten und zu verwerfenden Ausleseebäume erhalten.

Für die vorliegenden Untersuchungen hat kein abgeschlossenes Prüfprogramm einer Samenplantage, also freie Abblüte aller Klone über

mehrere Jahre oder vollständiges Teildiallel in Form der partiellen Gametenselektion, zur Verfügung gestanden. Dennoch ist ermittelt worden, daß bestimmte Klone die für den Aufbau von Hochzuchtsamenplantagen angestrebten genetischen Eigenschaften besitzen. Von gewissem Nachteil ist dabei aber, daß von der geringen Zahl der Ausleseebäume je Samenplantage nur wenige für die Weiterverwendung in Frage kommen.

Da für die Praxis weniger grundsätzliche Verhältnisse der Plusbaumpfung interessant sind, sondern vielmehr der über Einzelbaumauslese mit nachfolgender Nachkommenschaftsprüfung zu erreichende Gewinn an Leistung, Qualität und Resistenz gegenüber handelsüblichem Saatgut, soll rein theoretisch dargestellt werden, wie mit Hilfe eines bestimmten Prüfprogrammes diesem Ziel durch Auswahl und Zusammenstellung von Klonen auf Samenplantagen näherzukommen ist.

Als Modell wird die partielle Gametenselektion angenommen, wobei 3 Testklone in 20 Ausleseklone einzukreuzen seien. Als Ergebnis der Prüfung der 60 Nachkommenschaften werden die Mittelwerte der Höhen der auf den Flächen Nr. 105 - Gahrenberg und Nr. 106 - Hombressen stehenden Prüfglieder aus Samenplantagenprüfungen unterstellt.

In Abb. 32 sind auf der Abszisse die 60 Nachkommenschaften nach abnehmender Höhe geordnet. Auf der Ordinate stehen die relativen Höhen. Als Bezugswert dient die durchschnittliche Höhe von 25,0 dm der 5 Handelssaatgutherkünfte, die gleich 100 % gesetzt ist.

Die Darstellung zeigt, daß die mittlere Höhe aller Nachkommenschaften 116 % des Standards beträgt. Bei Aufteilung aller 60 Prüfglieder in 3 Drittel liegen sämtliche Höhenwerte des Drittels mit den wüchsigsten Nachkommenschaften über dem Gesamtmittel der 60 Nachkommenschaften, die Höhen des Drittels mit den schwächwüchsigsten alle darunter. Gegenüber dem Standard beläuft sich die durchschnittliche Wuchsüberlegenheit der 33 % besten Prüfglieder auf fast 140 %.

Wenn nun nur nach dem Merkmal Höhe unter den Prüfklonen selektiert werden soll, so bietet sich an, alle Klone, die in den Nachkommenschaften des wüchsigsten Drittels enthalten sind, auszuwählen und

auf einer Samenplantage zusammenzustellen. Es ist zu erwarten, daß das aus dieser Plantage erzeugte Vermehrungsmaterial bei den Prüfbedingungen vergleichbaren Standortverhältnissen handelsüblichem Pflanzgut leistungsmäßig ebenso überlegen sein wird.

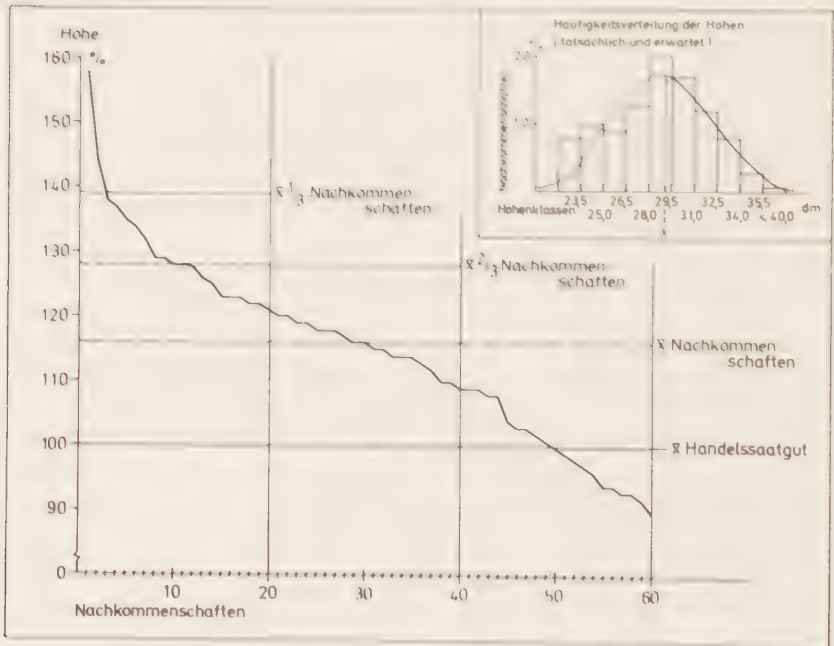


Abb. 32 Relative Mittelhöhen von Nachkommenschaften im Vergleich zum Standard

Gegen dieses konstruierte Modell können eine Reihe von Einwänden erhoben werden. Aus der tatsächlichen Höhendifferenzierung der Nachkommenschaften von nahezu 100 bis 80 % im Vergleich zum Standard sind jedoch die beträchtlichen genetischen Unterschiede bei der Ausprägung von Merkmalen auf der Individualebene zu ersehen. Diese können durch kontrollierte Kreuzungen aufgedeckt und mit geeigneten Maßnahmen zur Erzielung eines züchterischen Erfolges genutzt werden.

4415 F₂-Nachkommenschaften aus abgestuftem Verwandtschaftsgrad der Eltern

Bei der Analyse der Selbstungsnachkommenschaften ist neben der Beobachtung eines ausgesprochenen klonspezifischen Selbstfertilitätsgrades auch die Feststellung getroffen worden, daß die Pflanzen zahlreicher Prüfglieder bereits frühzeitig absterben oder depressives Höhenwachstum zeigen. Um einen Einblick in die Auswirkungen des Verwandtschaftsgrades der Eltern auf die Entwicklung der Folgegenerationen zu erhalten, sind F₂-Nachkommenschaften aus Fremdbefruchtungen, Halb- und Vollgeschwisterkreuzungen sowie Selbstungen zwischen F₁-Individuen des LANGNER'schen Kreuzungsversuchs 1964 auf die Versuchsfläche Nr. 103 - Oedelsheim, Abt. 40 b ausgepflanzt worden. Bei den F₁-Eltern handelt es sich zwar um Arthybriden zwischen europäischen und japanischen Lärchen bzw. umgekehrt, für den Untersuchungszweck erscheint das Material jedoch als brauchbar. In die Versuchsanlage sind zur Ergänzung eines 5 x 5 - Dreisatzgitters zwei Handelssaatgutprüfglieder eingebaut, und zwar von *Larix leptolepis* und *L. x eurolepis*.

Die varianzanalytische Auswertung der Höhenmessungen läßt erkennen, daß das Höhenwachstum der F₂-Generationen um so geringer ist, je enger die verwandtschaftlichen Beziehungen der F₁-Eltern sind (Tab. 12).

Unterschiede zwischen den Prüfgliedern sind mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit abgesichert, zum Teil ist bei einer Grenzdifferenz von 10,8 dm sogar eine Absicherung auf dem 1 %-Niveau möglich. Da die F₂-Nachkommenschaften nur an einem Ort angebaut worden sind, enthält die Tabelle die um die Blockeffekte korrigierten Mittelwerte je Prüfglied. Damit ist weitgehend sichergestellt, daß Standortunterschiede innerhalb der Blöcke keinen Einfluß auf die errechneten Höhenwerte haben, wodurch letztlich genetische Ursachen für die Höhendifferenzen stärker hervorzuheben sind.

Die Fremdbefruchtungsnachkommenschaften erreichen im Mittel eine Höhe von 61,4 dm, das sind 109 % des Versuchsdurchschnittes. Mit 106 % liegen Halbgeschwisterprüfglieder ebenfalls noch über dem Gesamtmittel. Dagegen beträgt der gemittelte Höhenwert der Vollge-

Tab. 12 Ergebnisse der Höhen- und Durchmessereentwicklung bei F_2 -Nachkommenschaften (korrigierte Mittelwerte)

Nr.	Prüfglied	Verwandtschaftsgrad**	Höhe dm	60% = 8,0	Durchmesser mm	60% = 14,3
6	(1 x e) 450 x (1 x e) 525*	F	65,0		88,5	
25	L. x eurolepis (Handelsaatgut)	F	64,0		83,2	
23	(e x l) 557 x (1 x e) 393	F	63,4		85,8	
5	(1 x e) 450 x (1 x e) 523	F	63,0		88,8	
17	(e x l) 559 x (1 x e) 392	F	62,6		86,9	
4	(1 x e) 450 x (1 x e) 393	HG	62,5		87,5	
12	(1 x e) 452 x (1 x e) 525	F	62,3		82,2	
11	(1 x e) 452 x (1 x e) 523	F	62,2		90,7	
15	(e x l) 559 x (e x l) 433	HG	60,6		81,2	
20	(e x l) 557 x (e x l) 433	HG	60,6		77,3	
16	(e x l) 559 x (1 x e) 452	HG	60,5		80,7	
22	(e x l) 557 x (1 x e) 392	F	59,1		73,5	
9	(1 x e) 452 x (1 x e) 392	HG	59,0		80,9	
21	(e x l) 557 x (1 x e) 452	HG	58,9		82,6	
14	(e x l) 559 x (e x l) 558	HG	58,2		76,8	
3	(1 x e) 450 x (1 x e) 392	HG	58,1		82,0	
10	(1 x e) 452 x (1 x e) 393	HG	57,6		74,5	
Versuchsmittel			56,4		78,2	
2	(1 x e) 450 x (e x l) 433	VG	55,2		70,1	
13	(e x l) 559 x (e x l) 557	VG	54,6		74,0	
24	L. leptolepis (Handelsaatgut)		53,7		65,4	
19	(e x l) 557 x (e x l) 558	VG	53,5		67,0	
18	(e x l) 558 x (1 x e) 393	F	53,5		71,2	
8	(1 x e) 452 x (e x l) 433	VG	52,1		72,8	
1	(1 x e) 450 x (1 x e) 452	VG	49,3		65,9	
7	(1 x e) S	S	48,6		65,9	

Varianztabelle Höhe				
FG	SQ	MQ	F	Korrigiert
Prüflieder	24	1678,9	69,9	2,96 **
Wiederholungen	2	148,2	74,1	3,14 n.s.
Blöcke	12	829,1	69,1	2,93
Fehler	36	721,4	20,0	
Gesamt	74	3377,6		

Varianztabelle Durchmesser				
FG	SQ	MQ	F	Korrigiert
Prüflieder	24	5467,1	227,8	1,1 **
Wiederholungen	2	35,1	176,6	1,1 n.s.
Blöcke	12	2482,7	206,9	2,79
Fehler	36	2273,1	63,1	
Rest	74	10576,0		

* (e x l) 450 = (L.leptolepis x L.europaea) Baum Nr. 450

** F = Fremdbefruchtung

HG = Halbgeschwisterkreuzung

VG = Vollgeschwisterkreuzung

S = Selbstung

schwisterfamilien nur 53,8 dm oder 95 %, die Höhe der einzigen Selbstung 48,6 dm oder 86 %.

Die Verhältnisse bei der Durchmesserentwicklung decken sich fast völlig mit denen bei der Höhe. Der Korrelationskoeffizient von $r = 0,91^{**}$ ($t = 10,38$) zwischen beiden Merkmalen unterstreicht die gleichgerichtete Entwicklung, so daß auf eine weitere Interpretation der in Tab. 12 angegebenen Durchmessermitelwerte verzichtet werden kann.

Eine Erklärung für die zunehmenden Wuchsdepressionen der Nachkommen-schaften bei enger werdendem Verwandtschaftsgrad der Eltern ist in dem Ansteigen des Inzuchtkoeffizienten, das ist das Verhältnis homozygoter zu heterozygoter Allele in einer Nachkommenschaft, bei den entsprechenden Prüfgliedern zu suchen. Dieser Koeffizient be-trägt z.B. bei einer Halbgeschwisterpaarung in der 1.Generation 0,124, bei einer Selbstung bereits 0,500 (WRIGHT 1921, zit. bei HOFFMANN, MUDRA, PLARRE 1971). Da die Waldbäume als hochgradig heterozygot anzusehen sind, wird bei einer zunehmend engeren Ver-wandtschaftspaarung auch die Wahrscheinlichkeit größer, daß für das Wachstum nachteilig wirkende, rezessive Allele zusammentreffen kön-nen und defekte Formen mit herabgesetzter Wüchsigkeit entstehen. Inzuchtschäden sind theoretisch erst dann nicht mehr zu erwarten, wenn durch aufeinanderfolgende Inzuchtpaarungen sämtliche möglichen defekt wirkenden Kombinationen aus den Genotypen herausgespalten sind.

Über den Pflanzenabgang auf der Versuchsfläche kommen die nachteiligen Folgen der Inzucht ebenfalls zum Ausdruck:

	Pflanzenverluste in %	
	1964	1971
Fremdbefruchtung	12,6	6,2
Halbgeschwister	11,2	6,9
Vollgeschwister	15,3	11,5
Selbstung	21,0	20,0

Mit enger werdendem Verwandtschaftsgrad ist eine Zunahme der Zahl ausgefallener Pflanzen festzustellen. Obwohl im Kulturjahr 1964 der Versuch nochmals vollständig nachgebessert wurde, sind die relativen Ausfälle im Alter von 11 Jahren bei den Vollgeschwisternachkommenschaften etwa doppelt und bei der Selbstungsnachkommenschaft dreimal so hoch wie bei Fremd- und Halbgeschwisterkreuzungen.

Bei den Formverhältnissen der Baumschäfte sind ähnliche negative Auswirkungen nicht zu erkennen.

	gerade %	mäßig gekrümmt %	stark gekrümmt %
Fremdbefruchtung	71	26	3
Halbgeschwister	70	26	4
Vollgeschwister	62	36	2
Selbstung	83	13	4

Bei allen Nachkommenschaften ist der Anteil gerader Stämme relativ hoch, eine Häufung ausgesprochen krummer oder krüppeliger Formen wird nicht beobachtet.

Die Auswertung dieses Inzuchtversuchs verdeutlicht, daß mit zunehmendem Verwandtschaftsgrad der Kreuzungspartner mit einem Ansteigen der Wuchsdepressionen und der Mortalität bei den Nachkommenschaften gerechnet werden muß. Daraus ergeben sich für die Praxis folgende Konsequenzen:

1. ausgewählte Klone für den Aufbau von Samenplantagen müssen im allgemeinen hochgradig selbststeril sein. Die Selbststerilität ist eine wesentliche Voraussetzung für die Anlage von Art-hybrid samenplantagen, da durch selbstfertile Klone in einer solchen Plantage der angestrebte Effekt der Artbastardierung sehr in Frage gestellt wird. Ebenso ist aber auch davon auszugehen, daß die Klone intraspezifischer Samenplantagen dieser Forderung entsprechen. Nur dann kann erreicht werden, daß das erzeugte Saatgut eine hohe Ausbeute lebensfähiger und wüchsiger Pflanzen gewährleistet.

2. die Aussichten, über die Familienzüchtung bei der Lärche züchterische Erfolge in Form von Leistungssteigerungen zu erzielen, werden als gering eingeschätzt. Gegen eine weitergehende Aussage wäre einzuwenden, daß die Erhebungen an Nachkommenschaften vorgenommen worden sind, die Artkreuzungen entstammen. Die Wahrscheinlichkeit, daß auf der Ebene der reinen Art bei Geschwisterpaarungen jedoch die gleichen Verhältnisse auftreten, wird als sehr hoch angesehen.

4416 Vegetative Vermehrungen

Die in die Nachkommenschaftsprüfungen auf Freilandversuchsflächen einbezogenen Vegetativvermehrungen sind wegen ihrer geringen Stückzahl je Klon in Einbaumparzellen ausgepflanzt worden. In je 5facher Wiederholung stehen auf den Flächen Nr. 104 - Burghaun, 105 - Gahrenberg, 107 - Hombressen und 108 - Thiergarten Pfropflinge der Gahrenberg-, Junkerthal- und Wildeck-Klone. Die Höhenaufnahme, die zum gleichen Zeitpunkt wie die der generativen Nachkommenschaften erfolgt ist, hat jedoch auf Grund der erheblichen Standortsdifferenzen zwischen den Versuchsorten keine aussagefähigen Ergebnisse erbracht.

Die Zahl der ausgepflanzten Stecklinge einzelner Samenplantagenklone ist durch Ausfälle stark reduziert worden, so daß eine vergleichsfähige Gegenüberstellung zu den Ergebnissen der Pfropflinge oder generativen Nachkommenschaften nicht möglich ist.

442 Durchmesserentwicklung

Auf den Versuchsflächen zu Nachkommenschaftsprüfungen sind mit Ausnahme auf den Versuchsorten 101 - Bad Sooden-Allendorf und Nr. 102 - Meißner keine Brusthöhendurchmesser ermittelt worden, da die Derbholzgrenze von 7 cm zur Zeit der Aufnahme - 6jährige Pflanzen - noch nicht erreicht war. Auf den beiden genannten Flächen stehen von Junkerthal- und Gahrenberg-Klonen Nachkommenschaften, bei denen sich

im Alter von 11 Jahren (Aufnahme 1971) zwischen dem Durchmesser und der Höhe eine ähnlich straffe Korrelation ($r = 0,85^{**}$, $t = 7,75$, 46 FG) ergibt, wie bei den Auswertungen der Provenienz- und Einzelstammabsaatenversuche. Wegen dieser guten Übereinstimmung erübrigt sich eine eingehende Darlegung von Unterschieden zwischen Prüfgliedern, da zusätzliche Informationen zu denen der Höhenauswertungen nicht zu erhalten sind.

443 Wuchsform

Auf Grund der Feststellungen bei der Auswertung der Wuchseigenschaften der Provenienzen werden die entsprechenden Untersuchungen bei den Nachkommenschaften auf die Schafthaltung beschränkt.

4431 Schaftform

Die Ergebnisse der Schaftformbonituren sind in Abb. 33 dargestellt. Auf der Abszisse stehen Nachkommenschaften der Gahrenberg-, Wildeck- und Junkernthal-Klone, getrennt nach freien Abblüten verschiedener Jahre, Kreuzungen mit bestimmten Gameten und Selbstung. Zu Vergleichszwecken sind wiederum die Handelssaatgutprüfglieder aufgeführt. Auf der Ordinate ist der Prozentsatz geradschaftiger Individuen je Nachkommenschaft als Mittelwert aller Anbauorte, auf denen das Prüfglied steht, abzulesen. Zu Vergleichszwecken enthält die Abbildung über den Säulen für die Schaftform die relativen Höhenwerte als Mittel der jeweiligen Flächen.

Aus der Darstellung wird ersichtlich, daß Höhenwuchsleistung und Schaftform bei den Nachkommenschaften grundsätzlich nicht korreliert sind. Aus dieser Feststellung ist zu folgern, daß auch auf Individualebene eine Auslese auf Wuchsleistung und Schaftform schwierig sein wird.

Gegenüber dem Handelssaatgut zeigen zahlreiche Nachkommenschaften überdurchschnittlich hohe Anteile zweischnüriger Bäume. Zwischen 44 Prüfgliedern, die auf den Flächen Nr. 105 - Gahrenberg und Nr. 106 - Hombressen stehen, ergeben sich für die winkeltransformierten Relativwerte in der Varianzanalyse noch mit einer Wahrscheinlichkeit von $P = 1\%$ Unterschiede.

Varianztabelle

	FG	SQ	MQ	F
Prüfglieder	43	7,11	0,17	2,13**
Orte	1	3,38	3,38	42,25**
Wechselwirkungen	43	4,14	0,10	1,25 n.s.
Fehler	176	14,95	0,08	
Gesamt	263	29,58		

Bedeutsamer als die absoluten Differenzen zwischen den Prozentsätzen gerader Stämme bei den einzelnen Nachkommenschaften erscheint das Verhalten einzelner Klone in verschiedener Kombination. Ju 11 erreicht beispielsweise in der freien Abblüte 1964 einen Höhenwert von 140 %, aber nur etwa 40 % der Bäume sind lotrecht. Bei der Kreuzung Ju 11 x Ju 3 liegt die Höhe nahe 100 %, der Anteil gerader Stämme bei 95 %. Wi 3 x Wi 12 zeigt eine Höhe von 160 % und 80 % zweischnüriger Individuen. In der freien Abblüte dagegen bleibt Wi 3 im Rahmen des Gesamtdurchschnitts für Höhe und Schaftform. Die Klone Ju 1, Ju 4 und Ju 6 weisen sowohl in den Kreuzungsnachkommenschaften mit Ju 2 und Ju 3 als auch in denen aus freier Abblüte etwa gleiche Schaftformanteile und Höhen auf. Bei Nachkommenschaften mit Wi 11 sind schließlich stets relativ geringe Anteile gerader Schäfte festzustellen, das Höhenwachstum der Prüfglieder mit diesem Klon als ein Elter ist jedoch überdurchschnittlich gut.

Aus diesen Beobachtungen ist einerseits der Beweis dafür abzuleiten, daß durch gelenkte Kreuzung die spezielle Kombinationseignung zwischen den Ausleseebäumen auch bei den qualitativen Merkmalen zu erkennen ist, andererseits bestätigen sie, daß durch gezielte Kombinationen von geprüften Klonen eine Koppelung bester Wuchsleistung und -form züchterisch in den Nachkommenschaften zu verwirklichen ist.

Aus der Varianzanalyse ist auch zu ersehen, daß neben 22 % genetischem Anteil an der Gesamtvarianz 37 % auf den Umwelteinfluß entfallen. Die Ursachen hierfür sind die beträchtlichen Standortsdifferenzen zwischen den Flächen Nr. 105 - Gahrenberg und Nr. 106 - Hombressen, die sich, wie bereits beim Provenienzversuch nachgewiesen, modifizierend auf die Schaftausformung auswirken und damit eine Beurteilung der Klone erheblich erschweren. Der hohe Fehleranteil in der Streuungszerlegung gibt noch Anlaß zu der Vermutung, daß trotz aller Bemühungen bei der Aufnahme die Zahl von 16 Pflanzen je Parzelle nicht ausreicht, um als Grundlage für eine aussagefähige visuelle Einschätzung der Schafthaltung zu dienen.

4432 Schäden

Auf den Versuchsflächen zur Nachkommenschaftsprüfung sind an den Prüfgliedern mit Ausnahme vereinzelter mechanischer Rindenbeschädigungen und gelegentlichem plätzweisen, aber nicht spezifischem Hallimasch-Befall, keine Schädigungen festgestellt worden.

45 Beziehungen zwischen quantitativen bzw. qualitativen Merkmalen einschließlich Frühdiagnosemöglichkeiten

Die Kenntnisse der Beziehungen zwischen verschiedenen Eigenschaften des Untersuchungsmaterials können sowohl Orientierungshilfen bei der Bildung von Schwerpunkten in der Züchtungsarbeit als auch Grundlagen für praktische Realisierungsmöglichkeiten der Züchtungsergebnisse liefern. Im ersten Fall entscheidet die Straffheit von Korrelationen, ob Erhebungen über wenige oder zahlreiche Merkmale anzustellen sind, wodurch letztlich Aufnahmearbeit und -intensität sowie Beobachtungsdauer bestimmt werden. Beim zweiten Punkt ist auf Grund der Verhältnisse bestimmter Eigenschaften zueinander abzuwägen, inwieweit vom wirtschaftlichen Standpunkt aus eine Übertragung der Züchtungsergebnisse in die betriebliche Praxis zweckmäßig erscheint.

Die errechneten Korrelationskoeffizienten für bestimmte, meßbare oder hinreichend sicher einstufbare Merkmale sind in Tab. 13 aufgeführt.

Tab. 13

Korrelationskoeffizienten

Merkmale	Provenienzen	Einzelstamm- absaaten	Samenplantagen- nachkommenschaften
BHD/Höhe 11j.	-	-	0,85**
BHD/Höhe 13j.	0,94**	0,86**	-
Höhe/fm-Gehalt 13j.	0,83**	0,84**	-
Höhe 1j./6j.	-	-	0,17 - 0,71**
Höhe 1j./11j.	-	-	0,40*
Höhe 6j./11j.	-	-	0,40*
Höhe 7j./13j.	0,87**	0,28 - 0,88**	-
Geradschaftigkeit 7j./13j.	0,80**	-	-
Aststellung 7j./13j.			
Stufe 2	-0,21	-	-
Stufe 3	-0,34	-	-
Höhe/Geradschaftig- keit 13j.	0,29		

Die hochsignifikanten Korrelationen zwischen Höhe, Brusthöhendurchmesser und Festmetergehalt bei den Provenienzen zeigen an, daß für die Beurteilung der quantitativen Leistung von Populationen bereits die Erfassung einer dieser Eigenschaften ausreicht. Die gleiche Feststellung kann für Nachkommenschaften von Einzelstammabsaaten und Samenplantagenklonen getroffen werden.

Die Relationen zwischen den Aufnahmeergebnissen verschiedener Altersstufen lassen eine gewisse Differenzierung erkennen. Bei Provenienzen ist die weitere Höhenentwicklung bereits im Alter von 7 Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit sicher vorauszusagen; bei den Nachkommenschaften einzelner Bäume dagegen spielen offensichtlich individualspezifische Eigenschaften auf das Höhenwachstum eine stärkere Rolle, so daß der künftige Wachstumsverlauf nicht generell zum etwa gleichen Zeitpunkt zu bestimmen ist. Die Spanne der Korrelationskoeffizienten von 0,17 - 0,71 bei den Prüfgliedern der Samenplantagenklone für die Höhen im Alter 1 Jahr zu 6 Jahren sind auf die Reaktionen der einzel-

nen Nachkommenschaften auf unterschiedliche Standortverhältnisse zurückzuführen. Straffe Beziehungen bestehen beispielsweise zwischen Saatbeethöhe und dem Wachstum bis zum Alter von 6 Jahren auf den standörtlich relativ gut zu bewertenden Versuchsflächen Nr. 101 - Bad Sooden-Allendorf sowie Nr. 106 und 107 - Hombressen, Abt. 177 bzw. 182. Auf den schlechter einzustufenden Standort der Fläche Nr. 105 - Gahrenberg reagieren die zum Teil gleichen Nachkommenschaften wesentlich differenzierter, wie bereits in Abschnitt 441 dargelegt, so daß hinreichend abgesicherte Vorhersage nicht möglich ist. Das klonspezifische Verhalten bei der Höhenentwicklung von Einzelbaumnachkommenschaften wird auch an Hand der Korrelationen zwischen 6- und 11-jährigen bzw. 7- und 13-jährigen Pflanzen deutlich: für die Einzelstammabsaaten des Versuchs Nr. 59 - Badenstein errechnen sich Koeffizienten von 0,28 - 0,88, bei den Samenplantagenprüfgliedern beträgt der entsprechende Wert im Mittel der Nachkommenschaften 0,40.

Für die qualitativen Eigenschaften ist bei Provenienzen mit hinreichender Sicherheit nur für das Merkmal Geradschaftigkeit frühzeitig eine Prognose abzugeben. Die Stellung der Äste dagegen liefert im Jugendstadium keine Ansatzpunkte für eine Qualifizierung der Prüfglieder. Aus den sehr geringen Bindungen zwischen Höhenwachstum und Anteilen geradschaftiger Individuen bei den Herkünften kann geschlossen werden, daß beide Merkmale auf Provenienzebene allgemein nicht miteinander korreliert sind. Diese Feststellung ist auf Grund der Befunde bei den Nachkommenschaftsprüfungen wahrscheinlich auch auf Einzelbäume übertragbar.

Für Einzelstamm- bzw. Samenplantagenabsaaten sind entsprechende rechnerische Auswertungen teils wegen der zahlenmäßig geringen Untersuchungsmaterials, teils wegen des frühen Alters der Flächen nicht durchgeführt worden.

46 Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Da die Freilandanlagen des Provenienzversuchs und der Nachkommenschaftsprüfungen auf Grund unterschiedlicher Prüfgliederzusammensetzung und verschiedenen Alters keine Parallelversuche darstellen, können die Ergebnisse der Aufnahmen auch nicht in jedem Fall direkt miteinander verglichen werden. In den Tabellen des Anhangs sind die

Einzelwerte je Prüfglied aufgeführt, so daß die Zusammenstellung der Versuchsdaten nur die Mittelwerte zusammengehörender Gruppen über alle jeweiligen Anbauorte enthält (Tab. 14). Die qualitativen Merkmale sind insoweit aufgeführt, wie sie auf Grund der vorausgegangenen Auswertungen für die Beurteilung von Züchtungsmaßnahmen aussagefähig erscheinen.

Tab. 14 Zusammenstellung quantitativer und qualitativer Werte

Versuch	Areal/ Nachkommen- schaft	Alter (J.)	Höhe (dm)	Brust- höhen- durch- messer (mm)	Masse je Mittel- stamm (fm)	Anteil gerad- schaf- tiger Stämme %
1. Prove- nienz- versuch	Sudeten	7	28,9	-	-	54,6
	Schlitz	7	25,3	-	-	61,0
	Polen	7	22,0	-	-	39,8
	Alpen	7	21,2	-	-	50,9
	Karpaten	7	18,3	-	-	38,1
	Sudeten	13	82,9	92,4	0,032	31,5
	Schlitz	13	77,4	91,3	0,030	38,6
	Polen	13	64,3	87,9	0,027	18,5
	Alpen	13	60,2	64,7	0,022	30,5
	Karpaten	13	52,1	61,6	0,022	16,6
2. Einzel- stamm- absaaten- versuch	K.-Loučky	7	33,9	-	-	43,2
	K.-Radim	7	32,4	-	-	50,0
	Ruda nad M.	7	27,2	-	-	52,3
	Zábřeh-D.	7	25,2	-	-	8,7
	K.-Albrechtice	7	20,6	-	-	57,0
	Ruda nad M.	13	86,9	92,2	0,038	15,0
	K.-Loučky	13	86,5	90,7	0,033	27,5
	K.-Radim	13	84,7	91,6	0,038	35,0
	K.-Albrechtice	13	73,5	71,2	0,017	66,5
	Zábřeh-D.	13	73,2	83,0	0,025	7,5
3. Nach- kommen- schafts- prüfung	<u>Junkernthalklone:</u>					
	Kreuzungen	6	24,1	-	-	71,4
	freie Abblüte	6	22,7	-	-	70,2
	Selbstung	6	23,9	-	-	65,5
	freie Abblüte	11	24,3	76,9	-	75,8
	<u>Wildeckklone:</u>					
	Kreuzungen	6	23,5	-	-	67,8
	freie Abblüte	6	19,9	-	-	64,6
	<u>Gahrenbergklone:</u>					
	freie Abblüte	6	26,2	-	-	54,1
	Kreuzungen	11	79,9	89,6	-	70,0
	freie Abblüte	11	75,3	86,2	-	74,1
	Selbstungen	11	75,0	86,3	-	90,0
	Handelssaatgut	6	21,2	-	-	63,6

5 D i s k u s s i o n

Züchterische Arbeiten sind im allgemeinen auf eine Steigerung des quantitativen und qualitativen Ertrages gegenüber der Ausgangssituation ausgerichtet. Dabei wird gleichzeitig angestrebt, eine Klärung der die Ausbildung phänotypischer Merkmale bestimmenden genetischen Verhältnisse beim Untersuchungsmaterial einschließlich des Erbganges und der Wechselbeziehungen zur Umwelt herbeizuführen. In der Forstpflanzenzüchtung liegen die Voraussetzungen für das Erreichen dieser Ziele wegen der späten Mannbarkeit der Baumarten ungünstiger als beispielsweise in der landwirtschaftlichen Züchtung. Dennoch besteht kein Zweifel, daß auch bei den Waldbaumarten eine genetische Verbesserung durch Züchtung zu erwarten ist. Gegenüber landwirtschaftlichen Pflanzen haben sie sogar einige Vorteile: wegen der langen Lebensdauer der Bäume können über Jahre hinaus die Eigenschaften von Eltern und Folgegenerationen miteinander verglichen werden, woraus sich Ansatzpunkte zur Klärung genetischer Verhältnisse ableiten lassen. Des weiteren ist praktisch immer wieder auf die Ausgangspopulationen oder -individuen zurückzugreifen, so daß eine Nachkommenschaft mit im Mittel gleicher genetischer Konstitution jederzeit reproduzierbar ist. Da die Baumarten in der Regel großräumige Verbreitungsgebiete mit erheblichen Umweltvariationen besiedeln, haben sie alle eine Vielzahl morphologischer und physiologischer Formen entwickelt, die allein über den Weg der Selektion züchterische Erfolge, also auch Steigerung von Quantität und Qualität versprechen. Weiter ist zu erwarten, daß spezielle Züchtungsverfahren zusätzliche Gewinne ermöglichen.

51 Beurteilung von züchterischen Möglichkeiten bei europäischer Lärche

Bereits die Auswahl von Herkünften für den Anbau stellt als Verfahren der Massenauslese eine züchterische Maßnahme dar. Entsprechend sind die Ergebnisse von Provenienzversuchen bei ihrer Übertragung in die Praxis als eine züchterische Möglichkeit zur Verbesserung der quantitativen und qualitativen Eigenschaften dieser Baumart anzusehen.

Auf den 9 Flächen des der Auswertung zu Grunde liegenden Provenienzversuches sind 20 autochthone Provenienzen und eine nichtautochthone angebaut, die in ihren Eigenschaften praktisch einen repräsentativen Querschnitt der Herkunft des gesamten Verbreitungsgebietes der europäischen Lärche wiedergeben. Die Versuchsorte selbst umfassen Standortverhältnisse, auf denen, mit einigen Ausnahmen, der Anbau der Lärche erfolgsversprechend erscheint. Unter dem Gesichtspunkt der Höhenwuchsleistung zeigen die Sudetenlärchen gegenüber Provenienzen aus den anderen Teilarealen fast auf allen Flächen Überlegenheit. Zwar entspricht das Höhenwachstum einzelner Alpen-, Polen- und Karpatenherkünfte auf bestimmten Anbauorten dem von Sudetenprüfgliedern, es ist dabei aber bemerkenswert, daß sämtliche in den Versuch einbezogenen Sudetenprovenienzen trotz wechselnder Umweltbedingungen eine relativ einheitliche Höhenentwicklung erkennen lassen, während die Herkunft der anderen Areale entweder untereinander Differenzierungen aufweisen oder im einzelnen auf Standortänderungen unterschiedlich reagieren.

Für die untersuchten Sudetenprovenienzen ist nachgewiesen worden, daß sie sich durch hohe Ökovalenz auszeichnen, sich also sehr standortstolerant verhalten. Wenn unterstellt wird, daß diese Eigenschaft allen aus dem Sudetenareal stammenden, in zahlreichen Versuchen im mitteleuropäischen Raum eingebrachten Herkünften zu eigen ist, so erklärt sich daraus der vielfach beobachtete Anbauerfolg dieses Herkunftsmaterials (MAYER 1961). Gleichzeitig gilt als sicher, daß bei den Sudetenlärchen Standortanpassungsfähigkeiten mit hervorragendem Höhenwachstum gekoppelt sind. Damit dürfte aber auch feststehen, daß bei der Herkunftswahl zwischen den vier Teilarealen der europäischen Lärche dem Sudetenverbreitungsgebiet für Standorte des Hügellandes der Vorzug einzuräumen ist, zumindest wenn für die Beurteilung zunächst nur die Wuchsleistung herangezogen wird. Die Daten der Höhenauswertungen sind jedoch auf Grund der errechneten straffen Beziehungen zu denen von Durchmesser und Gesamtwuchsleistung stellvertretend für alle quantitativen Eigenschaften anzusehen.

Der Beweis, daß die Leistungsdifferenzen auf genetische Unterschiede zwischen den Prüfgliedern des Provenienzversuchs zurückzuführen sind, wird durch die Tatsache belegt, daß bestimmte Herkunft trotz unter-

schiedlicher Standortsverhältnisse an den Anbauorten stets an der Spitze liegen. Die Straffheit der genetischen Kontrolle der jeweiligen Merkmale gibt die Heritabilität im weiteren Sinne wieder. Die ermittelten Werte können dabei nur auf das jeweilige Aufnahmealter bezogen werden, da sich der Grad der Heritabilität mit dem Alter der Bäume ändert (NICHOLLS 1965, STERN 1962). Naturgemäß ist die genetische Varianz von Herkünften, die das gesamte Verbreitungsgebiet repräsentieren, größer als bei einer räumlichen oder zahlenmäßigen Einengung der Prüfglieder. Für alle 21 Provenienzen wird im Alter von 13 Jahren eine Heritabilität für die Höhe von 0,36 geschätzt, bei 9 Prüfgliedern und trotz eingengten Standortsrahmens nur von 0,21. Der Wert von 0,36 stimmt hinreichend mit der von CALLAHAM et al. (1961) an 15-jähriger *Pinus ponderosa* errechneten Heritabilität von 0,39 für die Höhe überein. TODA (1958) findet für 15-jährige *Pinus sylvestris* eine Heritabilität im engeren Sinne von 0,24, bei *Cryptomeria japonica* wird der entsprechende Wert im Alter von 20 Jahren auf 0,27 eingestuft (TODA et al. 1959). Die für den Brusthöchendurchmesser der Lärchen geschätzte Heritabilität von 0,42 ist niedriger als die ebenfalls von TODA an *Cryptomeria* ermittelte Heritabilität im weiteren Sinne von 0,58 für das gleiche Merkmal. Für die Gesamtwuchsleistung konnten in der Literatur keine Vergleichszahlen ausfindig gemacht werden.

Die für die quantitativen Eigenschaften der Provenienzen hergeleiteten Heritabilitäten sind nicht so hoch, daß die Auswahl der wüchsigsten Herkünfte auf Grund der errechneten Werte von vornherein die Erzielung eines hohen genetischen Gewinns in Aussicht stellt. Für die Analyse ist jedoch zu berücksichtigen, daß einerseits der Versuch über einen sehr breiten Standortsrahmen streut und damit die Umwelt sehr heterogen ist, andererseits die Prüfglieder nicht parallel auf allen Flächen angebaut sind. Dieser Umstand läßt vermuten, daß der Interaktionsanteil Genotypen/Orte an der phänotypischen Gesamtvarianz sich rechnerisch stärker auswirkt und dadurch die Komponente der genetischen Varianz mindert als es möglicherweise den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Durch diese Feststellungen wird auf eine Tatsache hingewiesen, die die Aussagemöglichkeiten vieler Provenienzversuche eingrenzt: die Anlagen stellen nicht immer echte

Parallelversuche dar, und innerhalb der einzelnen Flächen treten oft erhebliche Schwankungen der Standortverhältnisse auf. Auch für den Provenienzversuch, auf dem die vorliegenden Auswertungen aufbauen, gilt zum Teil für die Orthogonalität der Anlagen diese Einschränkung. Trotzdem lassen die erarbeiteten Versuchsergebnisse die eindeutige Feststellung zu, daß die Auswahl von Provenienzen allein zu einer Steigerung des Massenertrages und der qualitativen Eigenschaften führt. Der mögliche genetische Gewinn bei Selektion der 15 % bzw. 5 % phänotypisch wüchsigsten Herkünfte beträgt im Alter von 13 Jahren für die untersuchten 21 Herkünfte bei der Höhe etwa 8 bzw. 12 %, bezogen auf den Gesamtmittelwert, bei dem Brusthöhendurchmesser rund 9 und 11 % sowie bei der Gesamtwuchsleistung 14 bzw. 25 %. Bei der Höhe in absoluten Zahlen ausgedrückt, entspricht dieser Selektionsgewinn nahezu der Differenz von 0,7 m, die zwischen dem Versuchsmittel und dem Arealmittel aller Sudetenlärchen auf sämtlichen Standorten liegt. Das Ergebnis der Höhenwuchsmessungen an den Sudetenlärchen auf 4 Parallelf Flächen hat ergeben, daß genetisch bedingte Unterschiede im Höhenwachstum zwischen diesen Prüfgliedern nicht existieren. Die Differenzen lassen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit allein auf Umwelteinflüsse zurückführen. Damit kann aber auch gefolgert werden, daß durch die Auswahl einer bestimmten, im Rahmen dieses Versuchs angebauten und geprüften Sudetenherkunft, kein zusätzlicher, über den geschätzten genetischen Gewinn hinaus möglicher Selektionserfolg zu erreichen ist.

Neben den Sudetenprovenienzen hat sich noch die Schlitzer Lärche durch Wuchsleistung und Standortstoleranz ausgezeichnet. Im Durchschnitt der Versuchsflächen zeigt sie eine Höhe, die bei 95 % aller Sudetenherkünfte liegt. Von den Alpenlärchen, deren Gesamtmittel mit 6,36 m 79 % des Sudetenareals beträgt, erreichen auf vergleichbaren Standorten die Herkünfte Nr. 58 - Deutschlandsberg 93 % und Nr. 9 - Lammerau 86 % dieses Bezugswertes. Das Wachstum der polnischen Provenienzen ist im Durchschnitt mit denen aus dem alpinen Raum vergleichbar, jedoch sind sie für eine sichere Aussage auf zu wenig Standorten angebaut. Diese Feststellung gilt in gleicher Weise für die Karpatenprovenienzen, deren Arealmittel sich nur auf 69 % des der Sudetenlärchen beläuft. Als brauchbar für den Anbau erscheinen also neben den Sudetenherkünften nur die Schlitzer Lärche und gegebenenfalls noch aus den Alpen Deutschlandsberg und Lammerau.

Die an Hand des vorliegenden Untersuchungsmaterials nachgewiesene Wuchsüberlegenheit der Sudetenprovenienzen gegenüber den mitangebauten Alpen-, Polen und Karpatenherkünften bedeutet eine weitere Ergänzung der Ergebnisse zahlreicher, im europäischen Raum angelegter Lärchen-Provenienzversuche (SCHOBER 1958) und zugleich eine Bestätigung ihres hohen Anbauwertes für Lagen der kollinen bis montanen Stufe mit kontinentalem bis atlantisch-kontinentalem Klima. Diese Feststellung hat zur Folge, daß Sudetenherkünfte auf Standorten mit dementsprechenden Verhältnissen bei der Herkunftswahl unbedingt vorzuziehen sind. Diese Empfehlung wird durch die Tatsache bestärkt, daß die Wüchsigkeit der Sudetenlärchen unter den genannten Umweltbedingungen durch ein hohes Maß an Widerstandsfähigkeit gegenüber Schadeinwirkungen gekoppelt ist (SCHOBER und FRÖHLICH 1967).

Die Erhebung qualitativer Daten auf dem Wege der exakten Messung ist derartig zeitaufwendig und arbeitsintensiv, daß sie entweder nur auf ein zahlenmäßig begrenztes Untersuchungsmaterial angewendet werden kann oder, bei größeren Versuchen, durch visuelle Einstufung zu ersetzen ist. Aus weiter vorne dargelegten Gründen ist der Provenienzversuch nach einer Schätzmethode bonitiert worden, woraus im Einzelfall sicherlich eine gewisse Ungenauigkeit der Befunde resultieren kann. Es darf aber unterstellt werden, daß sich solche Fehler in der Gesamtauswertung ausgleichen und die Ergebnisse daher einen guten Aussagewert haben.

Die Ansprache der Geradschaftigkeit hat ergeben, daß sich einige der Alpenherkünfte durch einen hohen Anteil lotrechter Stämme auszeichnen, während andere von der Schafthaltung her als völlig negativ zu bewerten sind. Durch mindere Schaftqualitäten sind auch die meisten der geprüften polnischen und Karpatenherkünfte gekennzeichnet. Bei den Sudetenlärchen erreichen die zweischnürigen Individuen einen Prozentsatz von 30, auffallend ist dazu, daß sämtliche dieser Herkünfte in etwa die gleiche Häufigkeitsverteilung über die Boniturstufen der Schaftform aufweisen.

Der Einfluß genetischer Faktoren auf den Grad der Schaftkrümmung ist mit 99 %iger Wahrscheinlichkeit bestätigt worden. Ein Vergleich der

Auswertungsergebnisse zu denen früherer Aufnahmen an demselben Prüfmateriail und die Einbeziehung der Beobachtungen an einem wesentlich älteren Provenienzversuch haben jedoch ergeben, daß die genetischen Einwirkungen auf die Schaftform im Verlauf der Bestandesentwicklung unterschiedlich stark zur Geltung kommen. Die Ursache hierfür wird in dem sich während der Jugendphase mehrfach ändernden Konkurrenzdruck in einer Population und den umweltbedingten Schädigungen vermutet.

Die verschiedenen Arten der Schaftkrümmung - Säbelwuchs, Schlängelwuchs und Bogigkeit - lassen sich ursächlich überwiegend auf Umwelteinflüsse zurückführen. Lediglich die Neigung zum Schlängelwuchs scheint in geringem Maße auch erblich bedingt zu sein. Da er jedoch häufig besonders bei den frohwüchsigen Provenienzen zu beobachten ist, wird er auch zu einem gewissen Grade als Zeichen intensiven Jugendwachstums gedeutet (SCHOBER und FRÖHLICH 1967). Die Feststellungen von FISCHER (1949/50), daß Säbelwuchs erblich ist, können nicht bestätigt werden. Übereinstimmung, daß Säbelwuchs durch äußere Einwirkungen hervorgerufen wird, besteht dagegen mit den Aussagen von TSCHERMAK (1935) und SCHOBER (1949).

Da auf der Ebene von Provenienzen nach den vorliegenden Untersuchungen offensichtlich keine Beziehungen zwischen genetisch bedingter Wuchsleistung und der Schaftform bestehen, womit bereits von SCHOBER (1969) sowie HAASEMANN und SCHÖNBACH (1970) untermauert werden, stellt sich die Frage nach der züchterischen Beurteilung der Schaftausformung.

Es gibt keinen Zweifel, daß die Stammqualität maßgeblich den wirtschaftlichen Wert des Lärchenholzes bestimmt und daher bei der Auswahl von Saatguterntebeständen ein wichtiges Selektionskriterium darstellt. Gegenüber den Sudetenprovenienzen muß die Wienerwaldlärche hinsichtlich ihrer vorzüglichen Schaftform bei einer Auslese nach diesem Merkmal vorgezogen werden. Allerdings bleibt sie in der Wuchsleistung zurück und reagiert stärker negativ auf ihr nicht zusagende Standortverhältnisse. Andererseits zeigen die Herkünfte aus dem Sudetenareal immerhin 30 % geradschaftiger Stämme im Jugendstadium und einen noch höheren Anteil nur schwach gekrümmter, so daß mit großer Sicherheit qualitativ wertvolle Endbestände aus Aufforstungen mit Sudetensaatgut zu erwarten sind.

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse ist zu erkennen, daß die absolut wüchsigsten Provenienzen nicht durchweg die besten Schaftformen aufweisen. Deshalb sind nur Gruppenbildungen für quantitative und qualitative Merkmale möglich, so daß man aus der Zuordnung beider Wertigkeiten die Empfehlung für die Herkunftswahl ableiten muß. Hingegen kann man bei Kombinationszüchtung eine optimale Vereinigung beider Merkmale in einer Nachkommenschaft erwarten.

Die Erhebung der Beastungsmerkmale auf Freilandflächen durch Einschätzen bietet ebenfalls wenig Ansatzpunkte für eine züchterische Qualifizierung. Hinzu kommt, daß sich der Winkel der Hauptäste zum Schaft unter dem Einfluß der gegenseitigen Konkurrenz der Bäume während des Jugendstadiums verändert und daher die Möglichkeiten der Erfassung von genetischen Ursachen erheblich eingeschränkt werden. Auch bei Kronenform- und -stellung haben sich aus den gleichen Gründen keine Hinweise auf erbliche Differenzierungen der Herkünfte finden lassen, so daß die Kronenmerkmale insgesamt auf Provenienzebene, in der Anfangsphase der Beobachtungen und für die vorliegenden Herkünfte, kaum Hinweise für eine hinreichend sichere Beurteilung züchterischer Entscheidungen geben. CAMPBELL (1961) nimmt auf Grund seiner Messungen von Kronenmerkmalen an 15- bis 35-jährigen Douglasien ebenfalls an, daß der erblich bedingte Ausprägungsgrad dieser Eigenschaften in Wildpopulationen der Douglasie gering ist. Des weiteren haben MUDRICH (1952/53) und GÖHRN (1956) festgestellt, daß gerade die Jugendkrone der Lärche in besonderem Maße Einflüssen der Umweltfaktoren ausgesetzt ist.

Das Resistenzverhalten von Herkunftten und Einzelbäumen gegenüber Schadeinwirkungen bedeutet für die Züchtung ein wesentliches Kriterium. Die an den Provenienzen vorgenommenen Schadbonituren, insbesondere auf Krebsbefall, haben keine herkunftsspezifischen Neigungen zu erhöhter Empfindlichkeit sichtbar werden lassen. Mit dieser Feststellung wird jedoch keine Wertung über die Widerstandsfähigkeit der untersuchten Herkünfte getroffen. Vielmehr müssen weitere Erhebungen an diesem standörtlich und genetisch breit angelegten Versuch einsetzen, um besonders die sehr wichtige Frage der Krebsresistenz bei europäischer Lärche eingehender zu klären.

Die genetisch verursachte Variabilität der Merkmalsausbildung auf der Individualebene kann durch zufällige oder planmäßige Einzelbaumauswahl mit anschließender Nachkommenschaftsprüfung sichtbar gemacht werden. Bei der Zusammenstellung des Saatgutes für den Provenienzversuch sind von einem Teil der Herkünfte, den Sudetenlärchen, die stammweise eingesammelten Saatproben für eine Versuchsfläche getrennt angezogen und ausgepflanzt worden. Die Auswertung der Höhenaufnahmen zeigt, daß sich Nachkommenschaften von einzelnen Bäumen eines Bestandes in der Wuchseistung statistisch gesichert unterscheiden können. Der Aussagewert dieser Beobachtung ist insofern eingeschränkt, als die Prüfglieder auf der Versuchsfläche ohne Wiederholungen und in jeweils relativ geringer Stückzahl ausgebracht worden sind. Die Anlage bietet daher keine Ansatzpunkte für eine Aufgliederung des auf das Wachstum wirkenden Genotyp-Umwelt-Komplexes. Immerhin deuten aber die ermittelten Ergebnisse auf unterschiedliches Leistungsvermögen bei den Nachkommenschaften von Einzelbäumen hin. Eine Bestätigung dieser Annahme kann aus zahlreichen Einzeluntersuchungen bei den verschiedenen Baumarten abgeleitet werden (z.B. SCHMIDT und STERN 1955; ROHMEDEK und SCHÖNBACH 1959).

Nach der Prüfung und Auswahl geeigneter Provenienzen erfolgt ein weiterer züchterischer Schritt durch die Selektion einzelner, phänotypisch den Zuchtzielen entsprechender Bäume. Das Zusammenstellen dieser Individuen auf Samenplantagen bedeutet eine Reduzierung der genetischen Basis, die aber zum Ziel hat, individualspezifische Eigenschaften zur Erreichung eines züchterischen Erfolges nutzbar zu machen, der über die auf Provenienzebene gegebenen Selektionsmöglichkeiten hinausgeht. Hierfür ist eine Analyse der erblichen Verhältnisse bei den Ausleseebäumen erforderlich.

Vom Hessischen Institut für Forstpflanzenzüchtung sind in drei phänotypisch wertvollen Vorkommen der europäischen Lärche jeweils 10 - 12 Plusbäume ausgewählt und für Züchtungszwecke heterovegetativ vermehrt auf Erhaltungssamenplantagen zusammengestellt worden. Der Ursprung der nichtautochthonen Bestände Junkerthal und Wildeck ist unbekannt, bei der ebenfalls nichtautochthonen Herkunft Gahrenberg läßt er sich auf das Sudetenareal zurückverfolgen. Zur Prüfung des Erbwertes der Ausleseebäume wurden verschiedene Testverfahren angewandt - freie Abblüte, partielle Gametenselektion, Selbstungen sowie

Vegetativvermehrungen - und die erzeugten Nachkommenschaften auf nach ökologischen Gesichtspunkten ausgewählten Standorten ausgepflanzt. Zur Beurteilung des Prüfmaterials sind auf den Freiflächen bekannte Handelssaatgutherkünfte als Standard mitangebaut worden.

Die Höhenentwicklung bis zum Alter von 6 Jahren auf den Versuchsfeldern läßt einen erheblichen standortsspezifischen Einfluß auf die Prüfglieder erkennen. Die Differenzierungen zwischen den Nachkommenschaften sind umso ausgeprägter, je schlechter die Wasserversorgungsverhältnisse des Bodens oder die klimatischen Einwirkungen werden. Allerdings ist das Wachstum der Nachkommenschaften auf den einzelnen Flächen weitgehend gleichgerichtet, wie sich auch aus der Korrelation von $r = 0,53^{**}$ ($t = 4,78$) für 59 verschiedene Prüfglieder auf den Flächen Nr. 105 - Gahrenberg und Nr. 106 - Hombressen ergibt.

Die mittlere Höhenwuchsleistung von Nachkommenschaften aus freier Abblüte der Samenplantagenklone beträgt bis zu 140 % des Standards. Dieser Wert bedeutet zwar eine beachtliche Überlegenheit, jedoch sind einige, die Beurteilungsmöglichkeiten von Auslesebäumen über die Halbgeschwisterfamilien aus freier Abblüte einschränkende Feststellungen zu treffen. Die Blühintensität der Klone auf den Samenplantagen unterliegt jährlichen Schwankungen, so daß nicht in jedem Fall die Voraussetzungen für eine völlige Kreuzbestäubung zwischen allen Klonen gegeben sind. Der Beweis hierfür läßt sich einmal aus der unterschiedlichen Zahl der beernteten Klone je Jahr ableiten, zum anderen aber besonders aus der Beobachtung, daß die Nachkommenschaften derselben Klone aus verschiedenen Jahren abweichende Ökovalenzen aufweisen. Da der mütterliche Erbanteil sich nicht geändert haben kann, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß in den einzelnen Jahren der befruchtende Pollen von jeweils anderen Vätern stammte. Dieser Mangel ist sicherlich zum Teil darauf zurückzuführen, daß bereits die ersten Blütenansätze der neu begründeten Samenplantagen für Züchtungsprogramme genutzt worden sind. Lärchensamenplantagen in einem Alter von etwa 8 - 10 Jahren zeigen bei normalen Witterungsverhältnissen jährlich einen Blütenansatz, der die gegenseitige, gleichmäßige Befruchtung aller Klone ermöglicht, vorausgesetzt die Klone blühen gleichzeitig und sind nach einem Schema ausgepflanzt, wie beispielsweise dem von LANGNER und STERN (1955) vor-

geschlagenen, das eine zufällige Verteilung und gleichmäßige Durchmischung gewährleistet. Panmiktische Bestäubungen auf Samenplantagen können also nur erwartet werden, wenn alle Klone mit gleicher Intensität und zur gleichen Zeit blühen. Sobald diese Bedingung nicht erfüllt ist, wird der Aussagewert frei abgeblühter Nachkommenschaften für die Beurteilung von Ausleseebäumen erheblich gemindert.

Noch entscheidender bei einer züchterischen Analyse wirkt sich die Tatsache aus, daß über das Verfahren der freien Abblüte der Grad der Selbstfertilität und zumindest die physiologische Kompatibilität der Klone ungeklärt bleiben. In den Nachkommenschaften selbstfertiler Klone, wie beispielsweise Ju 1, Ju 2 und Ju 6, wird stets ein gewisser Prozentsatz mattwüchsiger, aus Selbstung entstandener Individuen vorhanden sein, der das Leistungsniveau der gesamten Nachkommenschaft drückt und zu falschen Schlüssen über den Auslesebaum führt. Ebenso muß, wie im Falle des Klons Ju 6, aber auch das Auftreten von wüchsigen Selbstungsnachkommen zu einer Fehldiagnose leiten. Kompatibilitätseffekte lassen sich bei unkontrollierter Bestäubung schließlich nur aufdecken, wenn einer der Klone ein markantes Merkmal in extrem durchschlagender Weise vererbt.

Die freie Abblüte stellt als Nachkommenschaftsprüfung zwar ein sehr arbeitsexensives Verfahren dar. Die Wahrscheinlichkeit, zu aussagefähigen Ergebnissen über die Prüfkclone zu gelangen und einen gewissen züchterischen Erfolg zu erzielen, wird jedoch nur unter den genannten Voraussetzungen als gegeben und dann auch als gering angesehen. Diese Feststellung zwingt zu dem Schluß, daß eine aufschlußreiche Analyse der genetischen Verhältnisse von Ausleseebäumen durch gelenkte Kreuzungen oder vegetative Vermehrungen zu erreichen ist (MARQUARDT 1956).

An den Nachkommenschaften aus Kreuzungen und den dazugehörigen reziproken Kreuzungen ist nachgewiesen worden, daß es bei europäischer Lärche für das Höhenwachstum keine Rolle spielt, welcher Elter als Vater oder Mutter gewählt wird. Zu ähnlichen Ergebnissen sind LANGNER (1951) und HAASEMANN (1972) sogar bei Lärchenartbastardierungen gekommen, so daß anzunehmen ist, daß somatische Faktoren die Höhenentwicklung nicht wesentlich beeinflussen.

Die Höhenwuchsleistungen der Kreuzungsnachkommenschaften lassen Rückschlüsse auf die genetisch bedingten Anlagen für das Wuchsvormögen der einzelnen Klone zu und geben Hinweise auf die Kombinations-eignung. Von der Junkerthal-Samenplantage treten Nachkommenschaften, in denen als Eltern die Klone Ju 4 oder Ju 7 vorkommen, stets durch überdurchschnittliches Wachstum hervor, so daß bei diesen Klonen auf additiv-dominante Anlagen für die Höhenentwicklung geschlossen wird. Die gleiche Feststellung kann für die Gahrenberg-Klone Ga 8 und Ga 18 getroffen werden. Eine Anzahl weiterer Klone, wie beispielsweise Ju 8, Ju 11 oder Ga 15, zeigt in Kombination mit bestimmten Partnern hervorragendes Wachstum in den Nachkommenschaften, mit anderen dagegen fallen die Leistungen erheblich ab. Bei einer dritten Gruppe von Klonen, zu denen Ju 1, Ju 2, Ju 5 und Ju 6 gehören, wird bei allen Nachkommenschaften, in denen sie als Eltern auftreten, unterdurchschnittliches Wachstum beobachtet. Für den Aufbau von Samenplantagen sind solche Plusbaumklone, die ihre phänotypischen Eigenschaften, nach denen sie ausgewählt worden sind, auch mit einem hohen Dominanzgrad vererben, geeignet. Umgekehrt müssen alle Klone mit negativ beurteilten Erbeigenschaften vom weiteren Züchtungsprogramm ausgeschlossen werden.

Mit Hilfe erzwungener Selbstungen ist belegt worden, daß europäische Lärchen weitgehend selbststeril sind, wobei wahrscheinlich aber individualspezifische Abweichungen, wie z.B. bei Junkerthal-Klonen, auftreten. Die Selbstungsnachkommenschaften zeigen überwiegend depressives Wachstum, allerdings auch mit der Ausnahme, daß in Einzelfällen überdurchschnittliche Leistung zu beobachten ist. An Hand von Kreuzungen zwischen Eltern abgestuften Verwandtschaftsgrades werden jedoch die allgemein bekannten nachteiligen Folgen der Inzucht bei Waldbäumen offensichtlich.

Die Befunde der Nachkommenschaftsprüfungen an Lärchenklonen machen erkenntlich, daß durch gelenkte Maßnahmen exakt Einblick in die genetischen Verhältnisse, die die Ausbildung der quantitativen Merkmale an Bäumen prägen, zu erhalten sind. Diese Feststellung läßt sich in Übereinstimmung bringen mit den Aussagen über Kreuzungsversuche an Lärche von u.a. SCAMONI (1949), LANGNER (1951), GOTHE (1956),

DIMPFLMEIER (1958) und HAASEMANN (1972). Der mögliche züchterische Gewinn gegenüber Bestandesabsaaten, den eine Plusbaumauswahl mit anschließender Nachkommenschaftsprüfung in Aussicht stellt, wird mitbestimmt durch die gefundene Heritabilität, die an dem einbezogenen Material für die Höhe vorsichtig auf etwa 0,20 geschätzt ist. Zwar ermitteln MATTHEWS et al. (1960) an zweijährigen Nachkommenschaften aus *Larix leptolepis*- und *Larix leptolepis* x *Larix europaea*-Kreuzungen auch nur Heritabilitäten im weiteren Sinne von 0,14 für die Höhe, HAASEMANN (1972) errechnet jedoch für entsprechende 5- bis 7-jährige Prüfglieder Werte von 0,56 bzw. 0,62. Die Ursache für die niedrigen Heritabilitäten der vorliegenden Untersuchungen ist mit großer Sicherheit auf die erheblichen Standortsunterschiede zwischen den Versuchsflächen zurückzuführen. Denn auf einzelnen Versuchsorten können für die gleichen Nachkommenschaften Werte von nahezu 0,50 geschätzt werden. Der geschätzte genetische Gewinn in Bezug auf eine Unterpopulation aus "freier Abblüte + Kreuzungen + Handelssaatgut" beträgt bei den gewählten Ausleseintensitäten von 1 σ und 1,64 σ 5 - 10 %.

Für das Modell einer Nachkommenschaftsprüfung über partielle Gamtenselektion lassen die in Abb. 32 dargestellten Höhen der 60 angenommenen Nachkommenschaften eine hinreichend normale Verteilung über den gesamten Meßbereich erkennen. Bei Auswahl der 20 wüchsigen Nachkommenschaften beträgt der Höhenmittelwert dieser Auslesepopulation 140 % des aus Handelssaatgutherkünften gebildeten Standards. Über die Zahl der verschiedenen Klone, die in diesen Nachkommenschaften vertreten sind, kann das Modell keine Auskunft geben. Es kann aber auf Grund der Ergebnisse der Nachkommenschaftsprüfung für den theoretischen Fall unterstellt werden, daß über diese 20 Nachkommenschaften die Klone mit einer dominanten Vererbung des Höhenwachstums erfaßt worden sind.

Die Abgrenzung in der positiven oder negativen Selektion muß vom Züchter unter dem Aspekt vorgenommen werden, welche genetische Einengung (Verringerung der Klonzahl) er zugunsten einer Leistungssteigerung vornehmen will. Am Beispiel der Abb. 32 wird deutlich, daß theoretisch und praktisch durch Kombination der beiden Spitzen-

klone eine Mehrleistung zum Standard von 50 - 60 % erreicht werden kann. Dem stünde jedoch eine derartig starke genetische Einengung mit allen Folgeerscheinungen gegenüber, daß sie für die Praxis nicht tragbar erscheint. Folglich muß eine große Zahl von Auslesebäumen in das Prüfprogramm einbezogen werden, die es ermöglicht, die Eltern mit unerwünschten Eigenschaften auszumerzen, ohne daß eine genetische Einengung zu erwarten ist. Das hessische Lärchenzüchtungsprogramm umfaßt zur Zeit u.a. 65 verklonte Sudetenlärchen-Plusbäume. Wenn unterstellt wird, daß für den Aufbau einer Hochzuchtsamenplantage 25 - 30 Klone als ausreichend zur Vermeidung von Folgeschäden anzusehen sind, können rund 55 - 60 % als negativ ausgelesen werden, ohne daß nachteilige Wirkungen an dem auf dieser Plantage erzeugten Vermehrungsgut zu erwarten ist.

An Hand der Häufigkeitsverteilung der Nachkommenschaften über den Variationsbereich der Höhe bietet sich schließlich noch die Möglichkeit, auch das Wuchsverhalten zur Beurteilung heranzuziehen - Abb.34. Wenn aus den dargestellten Verteilungen jeweils der gleiche Prozentsatz der wüchsigsten Nachkommenschaften ausgewählt werden soll, ist bei einer linksseitig asymmetrischen Verteilung (x_2) die Differenzierung des Höhenwachstums der ausgelesenen Prüfglieder stärker als bei einer Normalverteilung (x_1). Am geringsten ist sie bei einer rechtsseitigen Asymmetrie (x_3). Klone, deren Nachkommenschaften untereinander nur eine geringe Variation der Höhen erkennen lassen, gewinnen für den Aufbau von Hochzuchtsamenplantagen an zusätzlichem Wert, da das hier erzeugte Vermehrungsgut eine wesentliche Voraussetzung für das gleichmäßige Aufwachsen von Beständen stellt.

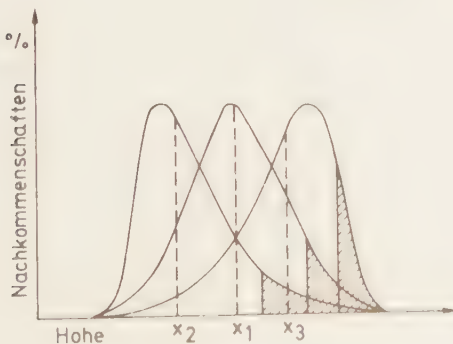


Abb. 34 Häufigkeitsverteilung von Höhen

Die Erhebungen über qualitative und Resistenzmerkmale an den Nachkommenschaften aus kontrollierten Bestäubungen haben noch keine abzusichernden Ergebnisse für eine züchterische Beurteilung im Rahmen dieser Arbeit ergeben. Aufklärung hierüber ist aus kommenden Aufnahmen zu erwarten. Aus der überdurchschnittlichen Wuchsleistung und einem hohen Anteil geradschaftiger Individuen einzelner Nachkommenschaften aus kontrollierten Kreuzungen zwischen bestimmten Junkerthal- bzw. Wildeck-Klonen ergibt sich jedoch, daß über Hochzuchtsamenplantagen die Kombination von quantitativen und qualitativen Merkmalen erreicht wird.

Die Auswertung des Provenienzversuchs hat gezeigt, daß die Auslese entsprechender Herkünfte im Alter von 13 Jahren einen genetischen Gewinn von etwa 10 % bei der Höhe und knapp 25 % bei der Gesamtwuchsleistung darstellt. Aus den Ergebnissen der Nachkommenschaftsprüfungen geht hervor, daß die Selektion der 15 - 5 % besten Plusbaumnachkommenschaften im Alter von 6 Jahren gegenüber Populationen von hochwertigen Sonderherkünften einen genetischen Gewinn von 5 - 10 % bei dem Merkmal Höhe bedeutet. Der mögliche züchterische Gewinn eines umfassenden Züchtungsprogramms, das von der Herkunftswahl bis hin zur Kombination geprüfter Ausleseebäume reicht, wird daher insgesamt auf wenigstens 15 - 20 % geschätzt.

5.2 Folgerungen aus den Ergebnissen verschiedener Züchtungsverfahren für die Praxis

Das Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut schreibt in seiner Neufassung (1969) vor, daß Vermehrungsgut im allgemeinen nur von solchem Ausgangsmaterial gewonnen werden darf, "das wegen seiner Güte für die Nachzucht geeignet erscheint und keine nachteiligen Anlagen für die Holzerzeugung aufweist". Da die Grundlagen für derartige Entscheidungen allein auf wissenschaftlicher Basis erarbeitet werden können, stellen die Ergebnisse von Provenienzversuchen und Nachkommenschaftsprüfungen die Voraussetzungen für die Realisierung dieser gesetzlichen Bestimmungen in der Praxis dar.

Die Wahl der Baumart wird in der Regel durch die Waldfunktionen, die Standortverhältnisse und den jeweiligen Waldzustand weitgehend vorgegeben. Mit der EntschlieÙung für die anzubauende Herkunft ist aber bereits die künftige Entwicklung einer ganzen Bestandesgeneration festgelegt und damit auch der zu erzielende wirtschaftliche Nutzen. Die ökonomische Bedeutung der Provenienzwahl hat FRÖHLICH (1968) anschaulich über die Ertragsverhältnisse verschiedener Herkünfte in je einem Lärchen- und Fichtenprovenienzversuch dargestellt und dabei bewiesen, daß sich beispielsweise die Entscheidung über die anzubauende Lärchenherkunft bereits nach 30 Jahren im Ertrag so stark auswirkt wie eine über 700 %ige Steigerung der optimalen Kulturkosten.

Etwa seit der Jahrhundertwende sind mit Herkünften aus dem gesamten natürlichen Areal von *Larix decidua* im europäischen Raum eine große Zahl von Provenienzversuchen angelegt worden. Versuche der letzten 20 Jahre sind auf breiter standörtlicher Basis begründet und ermöglichen daher insbesondere die Prüfung der Interaktionen des Genotyps zum Standort. Da in den Versuchsanlagen auch viele, in der waldbaulichen Praxis bewährte Herkünfte unbekannten Ursprungs aus dem künstlichen Anbaubereich dieser Baumart enthalten sind, und die Versuchsorte praktisch alle für den Lärchenanbau in Frage kommenden Standortverhältnisse abdecken, scheint die Planung und Durchführung weiterer Provenienzversuche zumindest aus züchterischer Sicht nun nicht mehr erforderlich zu sein. Trotz verschiedener, bereits genannter Mängel einzelner Versuche bieten diese Anlagen ausreichende Informationen zur Beurteilung der genetischen Variation der europäischen Lärche und zur Empfehlung standortsgerechter Herkünfte. Um die Anwendung der Ergebnisse von Herkunftsversuchen in der Praxis zu gewährleisten, sind von den Landesforstverwaltungen Hessens und Niedersachsens bereits entsprechende Herkunftsempfehlungen ausgegeben worden (1974).

Für die verwaltungsmäßige Anerkennung von Lärchenbeständen zur Saatgutgewinnung kann die bisher allgemein geübte phänotypische Ansprache nicht mehr als ausreichend angesehen werden. Dieses Verfahren vermag vielleicht sicherzustellen, daß qualitativ ausgesprochen

schlecht veranlagte Bestände von der Ernte ausgeschlossen werden (STERN 1956). Die derzeitigen Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen genotypischen und phänotypischen Eigenschaften der Bäume sollten jedoch Anlaß geben, für den Anerkennungsakt verbindlich die Überprüfung der genetischen Verhältnisse künftiger Ernteeinheiten vorzuschreiben. In diesem Falle müßten etwa 20 Jahre vor dem nach den jeweiligen Anerkennungsrichtlinien frühesten Erntealter Nachkommenschaftsprüfungen für die betreffenden Bestände eingeleitet werden. Bis zu diesem Zeitpunkt läßt der Bestandeszustand noch reichlich Rückschlüsse über die Bäume zu, der phänotypische Eindruck vermag den genetischen Einfluß auf die Entwicklung besser zu repräsentieren als zu späterer Zeit. Innerhalb der 20jährigen Spanne liefern die Nachkommenschaftsprüfungen über die Elternbestände genügend Hinweise, um deren genotypischen Wert abschließend beurteilen zu können. Im Falle der Anerkennung könnte das von solchen Beständen eingebrachte generative Vermehrungsmaterial in die Kategorie "zertifiziertes Saatgut" des OECD-Systems (1974) eingeordnet werden.

Der sicherste Weg, qualitativ hochwertiges Saat- und Pflanzgut zu erzeugen, muß nach den zahlreichen Berichten über Ergebnisse der Plusbaumauswahl mit anschließender Nachkommenschaftsprüfung und den hier vorliegenden Ergebnissen im Aufbau von Samenplantagen gesehen werden. Durch Einzelbaumauslese sowie entsprechende Prüfprogramme ist die natürliche Variation innerhalb von Populationen zu ermitteln und für die Erreichung der gestellten Zuchtziele nutzbar zu machen. In diesen Rahmen sind auch die bereits erwähnten Artkreuzungen zwischen europäischer und japanischer Lärche zu stellen, da auf Grund der zitierten Ergebnisse von Arthybridisationen Leistungssteigerungen durch Heterosiseffekte erwartet werden können.

Für die Umsetzung züchterischer Erfolge in die Praxis bieten sich verschiedene technische Möglichkeiten an, von denen hier nur die Hochzuchtsamenplantage, Arthybridsamenplantage, 2-Klonsamenplantage oder Stecklingsvermehrung genannt werden sollen. Dabei sei auch erwähnt, daß diese Verfahren nicht frei von Schwierigkeiten und Problemen sind.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Auswertungen ist als unmittelbare Maßnahme für die Erzeugung hochwertigen Vermehrungsgutes die Auswahl der Klone und Zusammenstellung auf Samenplantagen einzuleiten, für die mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, daß sie die der Zuchtzielen entsprechenden Eigenschaften dominant vererben. Diese Voraussetzungen können beispielsweise für die Klone Ju 4, Ju 7, Ju 8, Ju 11, Ga 8, Ga 15 und Ga 18 als gegeben angesehen werden.

Für die Absicherung der Aussagen ist die relativ geringe Zahl von Plusbäumen je Vorkommen von Nachteil. Zwar sind grundsätzlich Unterschiede hinsichtlich der genetischen Verhältnisse bei den Klonen erkannt worden, eine größere Klonzahl ermöglicht jedoch die Verbreiterung der Varianten und erhöht damit den Beurteilungswert. Des weiteren ist anzunehmen, daß mit der Zahl der ausgewählten Individuen je Bestand auch die Wahrscheinlichkeit steigt, vermehrt positive Genotypen zu erfassen (KIELLANDER 1956). Die Auswahl von Klonen aus den in dieser Arbeit aufgezählten Ausleseebäumen für den Anbau von Hochzuchtsamenplantagen muß als begrenzt angesehen werden bei Unterstellung, daß Pflanzgut aus Plantagenernten nur dann eine ähnliche Variation bestimmter Eigenschaften und damit ein Pufferungsvermögen gegenüber Umwelteinflüssen wie Bestandespopulationen aufzeigt, wenn sich die Plantage aus einer hinreichend großen Zahl von Klonen, wenigstens 25 - 30 Stück, zusammensetzt. Umgekehrt kann für die Anlage von Samenplantagen auch eine geringere Klonzahl genügen und zwar dann, wenn entweder die Klone so weit durchgezüchtet sind, daß ihre Nachkommenschaften den gestellten Anforderungen entsprechen oder für das Züchtungsziel eine begrenzte Zahl ausreichend ist.

Die Schwierigkeiten, die eine Prüfung von Klonen auf Plusbaumsamenplantagen bereitet, sind bei der Auswertung des für diese Arbeit bereitgestellten Untersuchungsmaterials offenkundig geworden. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen ist daher anzuraten, die selektierten Klone in Kreuzungsquartieren zusammenzustellen und hier alle erforderlichen Testprogramme vorzunehmen, wobei im einzelnen das Züchtungsziel den Aufbau der Quartiere und die Intensität der Prüfung bestimmt. Nach Abschluß der Feldprüfung an den erzeugten Nachkommenschaften können Hochzuchtsamenplantagen begründet

werden. Um auf solchen Plantagen bald nach der Anlage Saatgut zu erhalten, das ebenfalls mit dem Prädikat "zertifiziert" auszuzeichnen ist, bietet sich an, bereits während der Freilandprüfung der Nachkommenschaften auf den vorgesehenen Plantagenflächen Pfropfunterlagen auszupflanzen. Auf diese können dann die endgültig selektierten Plusbaumklone im Freien aufgepfropft werden. Die Pfropfreiser sind auf den Kreuzungsquartieren zu werben. Das Verfahren gewährleistet, Plantagen kostengünstig mit leistungsfähigen Pfropflingen aufzubauen (WEISGERBER und KOHNERT 1974).

Beim Testen des Anbauwertes von Nachkommenschaft in Feldprüfungen ist anzuraten, neben typischen Lärchenstandorten auch solche Einheiten einzubeziehen, auf denen diese Baumart ihr nicht zusagende Verhältnisse vorfindet. Auf solchen standörtlichen Grenzflächen differenzieren die Prüfglieder in stärkerem Maße, die Beobachtungen sichern die auf den normalen Lärchenstandorten erhaltenen Ergebnisse ab.

Zusammengefaßt ist für die Bereitstellung hochwertigen Vermehrungsgutes über Samenplantagen wie folgt vorzugehen:

1. Auswahl einer möglichst großen Zahl phänotypisch den Zuchtvorstellungen entsprechenden Einzelbäumen in bereits bewährten Saatguterntebeständen.
2. Heterovegetativer Aufbau von Kreuzungsquartieren.
3. Durchführung von Teildiallelkreuzungen in Form der partiellen Gametenselektion mit 3 - 4 Testklonen zur Ermittlung von Kombinationseignung und Kompatibilitätseffekten. Die Tester müssen sorgfältig geprüft sein und sollten über einen möglichst hohen Anteil homozygot-rezessiv vererbter Merkmale verfügen (Matritzeneffekt). In das Prüfprogramm sind Selbstungen einzubeziehen, um rezessive Anlagen expressiv werden zu lassen und um den Grad der Selbstfertilität zu bestimmen. Erfassung der Blühphänologie.
4. Freilandprüfung der Nachkommenschaften auf geeigneten Standorten.

5. Auslese der Plusbaumklone, die auf Grund des Kreuzungsprogramms und der Ergebnisse der Freilandprüfung nachweislich eine dominante Vererbung der als Zuchtziele gesetzten Eigenschaften gewährleisten.
6. Aufbau von Hochzuchtsamenplantagen über Freilandpfropfung.
7. Parallel zu diesem Vorgehen ist die Prüfung einiger weniger Erntebestände durchzuführen, um einerseits Ersatzherkünfte zur Verfügung zu haben und andererseits langfristig einer genetischen Einengung entgegenzuwirken.

53 Plusbaumauswahl und Frühdiagnose

Mit der als Frühdiagnose bezeichneten Methode sollen Merkmale von Pflanzen in einem Stadium beurteilt werden, in dem diese oft noch nicht endgültig ausgebildet sind (v.SENGBUSCH 1957). Entscheidend ist daher der Sicherheitsgrad, mit dem solche Prognosen erstellt werden können.

Der Vergleich des Höhenwachstums der Provenienzen im Alter von 7 und 13 Jahren gibt zu erkennen, daß bei diesen Prüfgliedern relativ frühzeitig der weitere Wachstumsverlauf vorausgesagt werden kann, womit die bereits eingangs dieser Arbeit erwähnten Ergebnisse ähnlicher Untersuchungen erneut bestätigt sind. Bei Einzelstammabsaaten und Samenplantagennachkommenschaften haben sich entsprechend straffe Beziehungen nicht immer finden lassen. In bestimmten Fällen deuten die Korrelationen auf eine hohe Wahrscheinlichkeit der Vorhersage des künftigen Höhenwuchses hin, in anderen wiederum werden entsprechende Vorhersagen nicht ermöglicht, so daß individualspezifische Einflüsse und Interaktionen Genotyp/Umwelt auf den Wachstumsrhythmus nicht auszuschließen sind. Dieser Befund würde sich mit der Feststellung von SEITZ (1936) an Kiefern-Einzelstammnachkommenschaften decken. Weiter kommt noch hinzu, daß in den Freilandversuchen zur Nachkommenschaftsprüfung genetisch sehr unterschiedliches Material steht, wodurch die Voraussetzungen für eine summarische Interpretation der Auswertungsergebnisse eingeschränkt werden.

Bei den Provenienzen hat sich ebenfalls gezeigt, daß die Ausbildung der Geradschaftigkeit bereits an 7-jährigen Pflanzen zu einem wirksamen Hilfsmittel für die Einstufung der Schaftqualität der Herkünfte werden kann. Da die Ausformung des Schaftes den Wert des Lärchenholzes mitbestimmt, ist durch die weiteren Beobachtungen an den Nachkommenschaftsprüfungen noch zu ermitteln, ob ähnliche Relationen auch für solche Prüfglieder herzuleiten sind. Eine Bestätigung, daß sichere Diagnosen auch an Klonabsaaten möglich sind, wird die Wirksamkeit der Einzelbaumauslese zusätzlich steigern.

Die Frühdiagnose ist für forstliche Züchtungsarbeiten eine unabdingbare Voraussetzung (SCHRÖCK 1956), da ohne sie die Ergebnisse von Züchtungsmaßnahmen der Praxis erst nach Zeiträumen übergeben werden könnten, die jedes züchterische Bemühen recht hoffnungslos erscheinen lassen. MÜNCH (1949) hält in der Forstpflanzenzüchtung die Überprüfung der aufgestellten Prognosen nur selten für möglich. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, daß durch die Existenz forstlicher Versuchsanstalten eine langfristige Beobachtung von Versuchsanlagen und damit eine Kontrolle getroffener Aussagen zu gewährleisten ist. Die sehr straffen Korrelationen für die Ausprägung bestimmter Merkmale bei Lärche zu verschiedenen Zeitpunkten im Jugendstadium, die sich in den vorliegenden Auswertungen ergeben haben, besitzen für die Realisierung von Züchtungserfolgen in der Praxis einen so hohen Diagnosewert, daß sie ohne weiteres für Entscheidungen mit langfristiger Wirkung zu Grunde gelegt werden dürfen. Hinzu kommt, daß die eigenen Feststellungen aus einer relativ kurzen Beobachtungsspanne weitgehend identisch sind mit denen langfristiger Erhebungen, und zwar nicht nur bei Lärche (u.a. DIMPFLMEIER 1958; SCHÖBER und FRÖHLICH 1967), sondern auch bei anderen Baumarten (W.SCHMIDT 1957).

Insgesamt kann als sicher angesehen werden, daß für die Beurteilung wesentlicher quantitativer und qualitativer Eigenschaften von Provenienzen eine Prüfzeit von 7 - 10 Jahren ausreicht. Für die Bewertung von Resistenzeigenschaften ist eine längere Zeitspanne zu veranschlagen. Die Wuchsleistung der Nachkommenschaften von Auslesebäumen ist ebenfalls während einer 10-jährigen Beobachtungszeit im allgemeinen zu erfassen, so daß der Zeitraum von der Plusbaumauswahl bis zur produktionsreifen Hochzuchtsamenplantage auf 20 - 25 Jahre geschätzt wird.

Vorschläge für die Herkunftswahl

Der Pflanzenverbrauch an europäischer Lärche im hessischen Staatswald lag nach den Wirtschaftsergebnissen 1973 bei etwa 800 000 Pflanzen. Bezogen auf die gesamte Waldfläche Hessens und unter Berücksichtigung der Waldbesitzverhältnisse wird daraus vorsichtig ein jährlicher Bedarf von 1,5 Millionen pflanzfähigen Lärchen geschätzt. Bei Unterstellung der von H.SCHMIDT (1959) angegebenen Pflanzenausbeute von im Mittel 25 000 Pflanzen je kg Samen beläuft sich damit der nachhaltige Samenbedarf auf rund 60 kg.

Im Anhalt an das hessische Standortskartierungsverfahren und die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit werden folgende Herkünfte für den Anbau vorgeschlagen:

Standortsverhältnisse

Tropie	Bodenwasserhaushalt		
	frisch/feucht	mäßig frisch/ mäßig trocken	wechselfeucht
eutroph			
mesotroph	Sudeten, Junkerth. Wildeck	Wienerwald, Sudeten, Schlitz, Wildeck	Sudeten, Schlitz
(oligotroph)			

Die Empfehlungen beziehen sich auf die in Hessen gegebenen und vergleichbaren Standortsverhältnisse. Für die Herkunftswahl selbst werden nachstehend Provenienzen entsprechend ihrer Anbaueignung nach dem derzeitigen Wissensstand in einer Rangfolge aufgeführt. Dabei drücken die Ziffern vor den Herkunftsgruppen eine Wertung aus. Innerhalb der Gruppen sind mehrere, in etwa gleichwertige Provenienzen angegeben:

1. aus Hochzuchtsamenplantagen: 'Sudeten';
2. aus Hochzuchtsamenplantagen: 'Schlitz',
'Wildeck',
'Junkerthall';
3. Sudeten (original)

4. aus dem Herkunftsgebiet "West- und Süddeutsches Mittelgebirgs-land" (837 03) die Sonderherkunft: 'Schlitzer Lärche',
'Wildecker Lärche',
'Harbker Lärche',

Wienerwald (original);

5. zu prüfen: 'Eschweyer Lärche' wegen hervorragender Gesamtleistung auf einem typischen Lärchenstandort.

Die standörtlichen Grenzen des Lärchenanbaus sowie sein flächenmäßig begrenzter Anteil an den jährlichen Neukulturen (im Staatswald Hessen 3 - 5 %) bieten die besten Voraussetzungen für Planung und Kontrolle der Herkunftswahl. Wegen der genannten Größenordnungen und der nachgewiesenen züchterischen Möglichkeiten bei dieser Baumart ist eine Hochleistungsprüfung auch wirtschaftlich vertretbar.

An Hand der langjährigen Beobachtungen und Beerntungen von Lärchen-samenplantagen durch das Hessische Institut für Forstpflanzenzüchtung würde sich bei ausschließlicher Saatgutbereitstellung über Samenplantagen folgender Flächenbedarf für die Versorgung in Hessen herleiten lassen:

ermittelte Samenausbeute je

ROHMEDER (1972)

50 kg Zapfen:	1,9 - 2,5 kg	1,6 - 4,5 kg
Reinheit (im Mittel):	80 %	100 %
Hohlkornanteil (im Mittel):	40 %	0 %
Samenausbeute bei 100 % Rein-		
heit und 100 % Vollkorn:	1,0 - 1,3 kg	1,6 - 4,5 kg
Zapfenertrag/Jahr/ha Samen-		
plantage (im Mittel):	10 Ztr.	
Flächenbedarf zur Erzeugung		
von 60 kg Saatgut:	9 - 12 ha	
100 % Sicherheitszuschlag	ca. 20 ha	

Bei der Wertung der Zahlen ist zu beachten:

1. In den Mittelwerten für Samenausbeute und Zapfenertrag sind Ernteergebnisse neu angelegter Samenplantagen, die noch nicht voll geblüht haben, enthalten. Zapfenertrag 1974: 20 Ztr./ha. Die Schätzungen sind daher als sehr vorsichtig anzusehen.
2. Es wird nicht angestrebt, die gesamte Saatgutversorgung auf Samenplantagen abzustellen.

Z u s a m m e n f a s s u n g

61 Mit der vorliegenden Arbeit sollen durch die Auswertungen von Teilflächen des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches 1958/59, von Nachkommenschaftsprüfungen an Einzelbäumen und Samenplantagenklonen sowie von speziellen Züchtungsprogrammen Beiträge und Lösungsmöglichkeiten zu folgenden Problemen gegeben werden:

1. In welchem Maße bewirken Züchtungsverfahren eine Anhebung der quantitativen und qualitativen Eigenschaften bei europäischer Lärche?
2. Wie können die Ergebnisse züchterischer Arbeit in die Praxis übertragen werden?
3. Wie sind Plusbaumauswahl und Aussagen von Frühdiagnosen zu bewerten?
4. Welche europäischen Lärchenherkünfte sind für den Anbau in Hessen und auf vergleichbaren Standorten zu empfehlen?

62 Die Aufnahmen von 9 Flächen des Provenienzversuchs im Alter von 7 und 13 Jahren, 1 Fläche eines gleichalten Einzelstammabsaatenversuchs und insgesamt 9 Flächen zur Prüfung von 6- bzw. 11-jährigen Samenplantagenachkommenschaften werden ausgewertet. Die ausgewählten Versuchsorte repräsentieren die lärchenfähigen Standorte in Hessen.

63 Das Versuchsmaterial umfaßt 20 autochthone Provenienzen aus dem gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet der europäischen Lärche, 3 nichtautochthone Herkünfte, 45 Einzelstammabsaaten aus dem Sudentenareal sowie Nachkommenschaften aus freier Abblüte, kontrollierter Kreuzung und Selbstung von insgesamt 33 Plusbaumklonen aus 3 verschiedenen Samenplantagen.

64 Zur Beurteilung werden die wichtigsten quantitativen und qualitativen Merkmale sowie das Resistenzverhalten gemessen bzw. bonitiert.

65 Die Auswertungsergebnisse der Wuchseistung lassen erkennen, daß bei der europäischen Lärche züchterische Maßnahmen von der Pro-

venienzwahl bis hin zum Aufbau von Samenplantagen mit geprüften Ausleseklonen eine Verbesserung der quantitativen Eigenschaften gewährleisten. Von den Herkünften zeichnen sich die Sudetenlärchen durch hervorragendes Wachstum und hohe Standortstoleranz aus. Die Nachkommenschaften von Samenplantagenklonen zeigen individualspezifische Wüchsigkeit und Kombinationseignung. Die spezielle Kombinationseignung der Ausleseebäume ist hinreichend sicher nur durch gelenkte Kreuzungen zwischen einzelnen Eltern zu ermitteln. Der mögliche genetische Gewinn von der Provenienzwahl bis hin zur Kombination geprüfter Einzelbäume wird in einem Rahmen von 15 - 20 % geschätzt.

Von den qualitativen Merkmalen sind für die Beurteilung züchterischer Maßnahmen in der Jugendphase der Bestände nur bedingt Hinweise zu erhalten, da sie in zu hohem Maße dem Einfluß von Konkurrenzfaktoren unterliegen. Am ehesten scheint die Ansprache der Schaftform für Züchtungszwecke geeignet zu sein. Unter den Provenienzen heben sich einige Ostalpenlärchen durch vorzügliche Geradschaftigkeit heraus.

Zwischen Wuchsleistung und Schaftform besteht auf Herkunftsebene keine Beziehung. Für eine sichere Beurteilung der Resistenzeigenschaften erweist sich das Untersuchungsmaterial als zu jung.

- 66 Die Ergebnisse der im europäischen Raum angelegten Lärchen-Provenienzversuche können hinreichend Informationen zur Empfehlung standortsgerechter Herkünfte liefern, so daß die Anlage weiterer Herkunftsversuche nicht notwendig erscheint.

Für die künftige Versorgung der Praxis mit qualitativ hochwertigem Vermehrungsgut wird empfohlen, Saatgut auf Hochzuchtsamenplantagen zu produzieren und solches von anerkannten Beständen nach erfolgter Nachkommenschaftsprüfung zu verwenden.

- 67 Über Höhenwuchsleistung, Durchmesserentwicklung und Schaftform können für Provenienzen bereits im Alter von 7 Jahren Prognosen mit hohem Aussagewert gestellt werden. Auf der Ebene der Einzelbaumzüchtung liegen grundsätzlich die gleichen Verhältnisse vor. Bei einzelnen Kombinationen können Ausnahmen vorkommen, die auf individualspezifische Wechselwirkungen zurückgeführt werden.

- 68 Für die hessischen und vergleichbaren Standortverhältnisse werden geeignete Herkünfte empfohlen.

L i t t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- BACHLER, J., 1969: Bericht über zwei Teilflächen des zweiten Internationalen Lärchen-Provenienzversuches 1958/59 nach 8- bzw. 7-jähriger Wuchszeit. Forstw.Cbl. 88, 15 - 32
- BERKNER, F., 1930: Pflanzenbaulehre. I. Der Getreidebau. In: Handbuch der Landwirtschaft. Bd. 3, 31 - 32. Berlin
- BUNDESGESETZBLATT, 1969: Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut. Teil I, 2057 - 2064
- BURGER, H., 1935: Einfluß der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse, IV.Mitt. Die Lärche. Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchswesen 19, 103 - 136
- CALLAHAM, R.T. and HASEL, A.A., 1961: Pinus ponderosa. Height growth of Wind-pollinated Progenies. Silvae Genetica 10, 33 - 42
- CAMPBELL, R.H., 1961: Phenotypic Variation and Some Estimates of Repeatability in Branching Characteristics of Douglas-Fir. Silvae Genetica 10, 109 - 118
- CIESLAR, A., 1895: Über die Erbllichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. Cbl.ges.Forstwesen 21, 7 - 29
- CIESLAR, A., 1899: Neues aus dem Gebiet der forstlichen Zuchtwahl. II. Die Lärche. Cbl.ges.Forstwesen 25, 99 - 111
- CIESLAR, A., 1904: Waldbauliche Studien über die Lärche. Cbl.ges.Forstwesen 33, 1 - 25
- CIESLAR, A., 1914: Studien über die Alpen- und Sudetenlärche. Cbl.ges.Forstwesen 40, 171 - 184
- DENGLER, A., 1942: Ein Lärchenherkunftsversuch in Eberswalde. Z.Forst- u.Jagdwesen 74, 152 - 179
- DIMPFLMEIER, R., 1958: Bastardierung in der Gattung Larix. Diss., München
- DIXON, W.J., 1967: BMD Biomedical Computer Programs. Berkeley and Los Angeles
- ENGLER, A., 1905: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse: Die Lärche. Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchswesen VIII, 209 - 224
- FINLAY, K.W. and WILKINSON, G.N., 1963: The analysis of adaption in a plant-breeding programme. Austr.Jour.Agric.Research 14, 742 - 754

- FISCHER, F., 1949/50: Die Jugendentwicklung von Lärchen verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten. Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchswesen 26, 469 - 497
- FORSTEINRICHTUNGS- u.VERSUCHSANSTALT, 1961: Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten im hessischen Staatswald (unveröff.)
1963: Leitfaden zur Standortserkundung im hessischen Staatswald (unveröff.). Gießen
- FRÖHLICH, H.J., 1961: Untersuchungen über das physiologische und morphologische Verhalten von Vegetativvermehrungen verschiedener Laub- und Nadelbaumarten. Allg.Forst- u.J.-Ztg. 132, 39 - 58
- FRÖHLICH, H.J., 1968: Die Erbeigenschaften als forstlicher Produktionsfaktor. Forstw.Cbl. 87, 341 - 356
- FRÖHLICH, H.J., BAUMEISTER, G., GROSSCURTH, W. und WEISGERBER, H., 1967: Untersuchungen zur Erbwertprüfung von Samenplantagen. XIV. IUFRO-Kongreß München, Bd. III, 467 - 490
- GEBHARDT, F., 1969: Statistische Programme des DRZ. DRZ Darmstadt
- GØHRN, V., 1956: Proveniensförsög med laerk. Forstlige Försögsvaesen i Danmark 23, 1 - 124
- GOTHE, E., 1956: Ein Kreuzungsversuch mit Larix europaea D.C., Herkunft Schlitz und Larix leptolepis Gord., 3.Mitteilung. Z.Forstgenetik 5, 116 - 124
- HAASEMANN, W., 1972: Ergebnisse der Leistungsprüfung 7jähriger Lärchen-Nachkommenschaften aus gelenkten Kreuzungen. Beitr.Forstwirtschaft. 6, 25 - 29
- HAASEMANN, W. und SCHÖNBACH, H., 1970: Die wichtigsten Ergebnisse eines Anbauversuchs mit Herkünften der polnischen Lärche. Arch.Forstwesen 19, 729 - 735
- HARVEY, W.R., 1966: Least-squares analysis of data with unequal subclassed numbers. Biometrical Serv., US Department of Agricultur, Eltsville, Maryland 20705
- HENRY, A. und FLOOD, M., 1919: History of the Dunkeld Hybrid Larch. Proc.Royal Irish.Acad. 35, Sec. B 55 bis 62
- HOFFMANN, W., MUDRA, A. und PLARRE, W., 1971: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Bd. 1. Berlin und Hamburg

- ACFP, F.J., 1956: Beiträge zur Kenntnis des durch *Dasyctypha Willkommii* (Hartig) verursachten Lärchenkrebses. Diss.Göttingen
- KIELLANDER, C.L., 1956: Über eine spättreibende Rasse von *Picea abies* in Schweden und die Schwierigkeit bei der Plusbaumauswahl. Z.Forstgenetik 5, 181 - 185
- KLEINSCHMIT, R., 1955: Einzelstammabsaaten von Plusvarianten der europäischen Lärche (*Larix decidua* Miller) aus frei abgeblühtem Saatgut als Hilfsmittel zur Beurteilung der Erbanlagen. Z.Forstgenetik 4, 1 - 15
- KRÖMMELBEIN, 1888: Über die Züchtung der Lärche auf geraden Schaftwuchs. Z.Forst- u.Jagdwesen 20, 363 - 367
- LANGLET, O., 1938: Provenienschöök med olika trädslag. (Provenienzversuche mit verschiedenen Holzarten). Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 36, 55 - 278
- LANGNER, W., 1951: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D.C. und *Larix leptolepis* Gord. Z.Forstgenetik 1, 2 - 18 u. 40 - 56
- LANGNER, W. und STERN, K., 1955: Versuchstechnische Probleme bei der Anlage von Klonplantagen. Z.Forstgenetik 4, 81 - 88
- LEIBUNDGUT, H. und BERNEY, J.-L., 1971: Longueur d'hypocotyle de différentes provenances de mélèze soumises à des photopériodes variées. Schweiz.Z.Forstwesen 122, 614-628
- LEIBUNDGUT, H. und KURZ, R., 1952: Untersuchungen über europäische Lärchen verschiedener Herkunft. Mitt.Schweiz.Anst. Forstl.Versuchswesen 28, 408 - 496
- LERNER, J.M., 1958: The Genetic Basis of Selection. New York u. London
- LE ROY, H.L., 1960: Statistische Methoden der Populationsgenetik. Basel u.Stuttgart
- LUSH, J.L., 1949: Heritability of quantitative characters in farm animals. Proc. 8th Intern.Congr. 1948. Hereditas, Suppl.Vol.
- MAGIN, R., 1952: Zuwachseleistungen der soziologischen Baumklassen in langfristig beobachteten Versuchsfächen. Forstw.Cbl. 71, 225 - 243

- MARQUARDT, H., 1956: Theoretische Grundlagen der Samenplantagen. Forstarchiv 27, 1-7, 25 - 30 u. 77 - 84
- MATTHEWS, J.D., 1960: The Analysis of a Diallel Cross in Larch.
MITCHELL, A.F. Fifth World Forestry Congress, Sp/158/II -
and HOWELL, R., U.K.Seattle
- MAYER, H., 1961: Waldbauliche Beiträge zur genetischen Beurteilung der Lärche. Forstw.Cbl. 80, 29 - 48
- MERKEL, O., 1971: Ein internationaler Provenienzversuch mit europäischer Lärche auf der Schwäbischen Alb bei Immendingen (Donau). Allg.Forstz. 26, 450 - 451
- MUDRA, A., 1958: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin u.Hamburg
- MUDRICH, H., 1952/53: Die Ausformung der Lärchenjugendkrone in Abhängigkeit von Boden und Veranlagung. Z.Forstgenetik 2, 32 - 41
- MÜNCH, E., 1933: Das Lärchenrätsel als Rassenfrage. Tharandt.Forstl.Jahrb. 84, 438 - 531
- MÜNCH, E., 1936: Das Lärchensterben. Forstw.Cbl. 58, 469 - 494, 537 - 562, 581 - 590 u. 641 - 672
- MÜNCH, E., 1949: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. München
- NANSON, A., 1968: La valeur de tests précoces dans la sélection des arbres forestiers en particulier au point de vue de la croissance. Diss. Gembloux
- NICHOLLS, J.W.P., 1965: Preliminary observations on the change with the age of the Heritability of certain wood characteristics in Pinus radiata clones. Proc.Meet.IUFRO Sect.41, Melbourne, Vol. 1
- NIEDERS.M.BL., 1974: Empfohlene Herkünfte forstlichen Vermehrungsgutes für Niedersachsen. Nr. 20, 987 - 990
- OECD, 1974: OECD Scheme for the Control of Forest Reproductive Material Moving in International Trade.
- PINTARIĆ, K., 1973: Stammqualität von Lärchen verschiedener Herkünfte. Allg.Forst- u.J.-Ztg. 144, 65 - 68
- RUBNER, K., 1934: Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. Neudamm

- RUBNER, K., 1938: Die Ergebnisse zweier Lärchenherkunftsversuche im Tharandt Wald. Tharandt.Forstl. Jahrb. 89, 465 - 491
- RUBNER, K., 1941: Die Ergebnisse 10jähriger Lärchenherkunftsversuche im Erzgebirge. Tharandt.Forstl. Jahrb. 92, 15 - 48
- ROHMEDER, E., 1972: Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Hamburg u.Berlin
- ROHMEDER, E. und SCHÖNBACH, H., 1959: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg u.Berlin
- ROSSMÄSSLER, W., 1967: Hessen in: Puchert, H.: Wertvolle Herkünfte forstlicher Baumarten in der Bundesrepublik Deutschland. München, Basel u.Wien
- SCAMONI, A., 1949: Die weitere Entwicklung der Kreuzungen zwischen Larix europaea D.C. und Larix leptolepis Murray in Eberswalde. Der Züchter 19, 192 - 196
- SCHMIDT, H., 1959: Forstpflanzen und Forstgärten in: Müller, R.: Grundlagen der Forstwirtschaft. Hannover
- SCHMIDT, W., 1955: Lärchenherkünfte und eurolepis-Bastarde im nordwestdeutschen Küstengebiet. Allg.Forst- u. J.-Ztg. 126, 24 - 28
- SCHMIDT, W., 1957: Die Sicherung von Frühdiagnosen bei langlebigen Gewächsen. Der Züchter. 4.Sonderh., 39 - 69
- SCHMIDT, W. und STERN, K., 1955: Methodik und Ergebnis eines Wachstumsvergleichs an vier zwanzigjährigen Kiefernversuchsflächen. Z.Forstgenetik 4, 38 - 58
- SCHOBER, R., 1935: Die Schlitzer Lärche. Allg.Forst- u. J.-Ztg. 114, 73, 121, 147
- SCHOBER, R., 1949: Die Lärche. Hannover
- SCHOBER, R., 1958: Ergebnisse von Lärchen-Art- und Provenienzversuchen. Silvae Genetica 7, 137 - 154
- SCHOBER, R., 1969: Schaftgüte-Ansprache in Lärchen-Provenienzversuchsflächen und Ergebnisse des Lärchenherkunftsversuches Haard in Haltern. Allg.Forst- u.J.-Ztg. 140, 1 - 12
- SCHOBER, R. und FRÖHLICH, H.J., 1967: Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch. Schrft. Forstl.Fak.Univ.Gött. 37/38, 1 - 208

- SCHÖNBACH, H.
und HAASEMANN, W., 1970: Probleme des Lärchenanbaus in höheren
Lagen unserer Mittelgebirge. Soz.Forstwirtschaft.
18, 339 - 340
- SCHÖNBORN, A.von, 1971: Prognose der Waldsamenernte 1971. Allg.
Forstz. 26, 877 - 880
- SCHREIBER, M., 1940: Beitrag zur Kenntnis der forstlichen und
biologischen Eigenschaften einiger Klimarassen
der europäischen Lärche. Cbl.ges.Forstwesen 66,
149 - 166, 180 - 190, 206 - 219 u. 221 - 252
- SCHRÖCK, O., 1956: Problematik bei der Anwendung von Früh-
testen in der Forstpflanzenzüchtung. Der
Züchter 26, 270 - 276
- SEITZ, W., 1936: Die Kiefernrassezucht in Theorie und
Praxis. Mitt.Forstwirtschaft., Forstwiss. 213,
121 - 126
- SENGBUSCH, R.von, 1957: Frühdiagnose. Der Züchter, 4.Sonderh.,
1 - 4
- SHULL, G.H., 1919: Duplicate gens for capsule form in *Bursa
pastoris*. Z.indukt.Abstammungs- u.Vererbungs-
lehre 12, 97 - 149
- STÄSTNÝ, R., 1966: Frühtestergebnisse aus den Provenienz-
flächen der Lärche in der Slowakei. Forstsaamen-
Forstpflanzen. H.4, 29 - 32
- STERN, K., 1956: Rassenbildung und Bestandesanerkennung.
Z.Forstgenetik 5, 126
- STERN, K., 1962: Über die relative Bedeutung von Erbgut
und Umwelt für die Variation einiger Merkmale
innerhalb von Waldbaumpopulationen. Forstliche
Mitt. 15, 131 - 134
- SYRACH-LARSEN, C., 1956: Genetics in Silviculture. Edinburgh
- TODA, R., 1958: Variation and Heritability of Some
Quantitative Characters in *Cryptomeria*. *Silvae
Genetica* 7, 87 - 93
- TODA, R.,
NAKAMURA, K.
and SATOO, T., 1959: The Heritability of Tree Height and Stem
Girth in *Cryptomeria* through Sexual Repro-
duction. *Silvae Genetica* 8, 43 - 49
- TROEGER, R., 1962: Die Lärchenprovenienzversuche in Württem-
berg. Allg.Forst- u.J.-Ztg. 133, 127 - 143
- TSCHERMAK, L., 1933: Voraussetzungen erfolgreichen Anbaus
der europäischen Lärche außerhalb ihres natür-
lichen Verbreitungsgebietes. Jahresber.D.Forst-
verein, 153 - 167

- TSCHERMAK, L., 1935: Die natürliche Verbreitung der Lärche in den Ostalpen. Mitt.Forst.Verw.Österreichs. H. 43
- UNIVAC, 1970: STAT-PACK. Sperry Rand Corporation Div. UNIVAC
- WEBER, E., 1972: Grundriß der biologischen Statistik. Stuttgart
- WEISGERBER, H. und KOHNERT, H., 1974: Untersuchungen zur heterovegetativen Vermehrung von Fichte, Douglasie und Kiefer im Freiland. Allg.Forst- u.J.-Ztg. 145, 205 - 211
- WIRTSCHAFTSERGEBNISSE, 1974: Jahresbericht 1973 der Hess.Landesforstverwaltung mit Wirtschaftsergebnissen 1973 der Hess.Staatsforstverwaltung. HMLU Abt.III - Forstverwaltung
- WRICKE, G., 1964: Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. Z.Pflanzenzüchtg. 52, 127 - 138
- WRICKE, G., 1965: Die Erfassung der Wechselwirkung zwischen Genotyp und Umwelt bei quantitativen Eigenschaften. Z.Pflanzenzüchtg. 53, 266 - 343
- WRIGHT, S., 1921: Systems of mating, I - V. Genetics 6, 111 - 178
- ZIMMERLE, H., 1941: Beiträge zur Biologie der europäischen Lärche in Württemberg. Mitt.Württ.Forstl. Versuchsanst., 11 - 206
- 1974: Vorläufige Empfehlungen für den Anbau geeigneter Herkünfte forstlicher Baumarten in Hessen. Verwaltungsinterne Bekanntgabe (unveröff.).

T a b e l l e n - A n h a n g

<u>Tabelle</u>			Seite
I	Höhe 1965	- Provenienzversuch	I
II	Höhe 1971	- Provenienzversuch	II
III	Brusthöhendurchmesser 1971	- Provenienzversuch	III
IV	Massenmittelstamm 1971	- Provenienzversuch	IV
V	Schaftform	- Provenienzversuch	V
VI	Krümmungsgrade	- Provenienzversuch	VI
VII	Krümmungsarten	- Provenienzversuch	VII
VIII	Aststellung	- Provenienzversuch	VIII
IX	Soziologische Baumklassen und Pflanzenabgang	- Provenienzversuch	IX
X	Krebsbefall	- Provenienzversuch	X
XI	Höhe	- Nachkommenschaftsprüfung	XI - XVI

Höhe 1965 - Provenienzversuch

[illegible]

Tab. II Höhe 1971 - Provenienzversuch

versuchsorte

	50	51	52	53	54	55	56	57	58	Gesamt
	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$	$\bar{x}(\text{dm})$
	$s\%$	$s\%$	$s\%$	$s\%$	$s\%$	$s\%$	$s\%$	$s\%$	$s\%$	$s\%$
1 50-K-Radim	73,3	99,5		63,1	88,6	93,4	93,6	80,7	87,5	80,7
2 40-Ruda nad M.	73,3	99,5	12,6	63,3	92,5	90,4	88,2	82,0	87,5	85,5
3 40-K.-Loucky	85,1	95,1	21,0	60,8	91,4	92,8	86,4	80,5	83,0	84,8
4 39-Zábreh-D.	76,0	84,1	15,6		90,8	85,4	87,0	80,3		80,7
5 39-Zábreh-D.	77,4	87,8	13,4	64,4	87,9	82,5	89,9	78,8	86,7	87,7
6 58-Deutschlandsbg.		73,0	22,3							
7 27-Schlitz	75,5	83,0	12,0	59,6	86,8	86,7	88,5	75,8	79,2	77,4
8 44-Mala Wies	75,5	85,0	17,5							77,3
9 57-Gölling		76,4	17,4							76,4
10 9-Lammerau	77,9	85,2	17,4	57,5	21,2				80,9	71,2
11 51-Cienny Váh	80,7	74,6	18,5	56,6	22,2					64,4
12 47-Blühbachtal	67,6	72,0	16,7	44,1	17,5				67,1	61,4
13 54-Bischofswiesen	64,5	73,9	11,7	53,2	20,8				73,2	64,4
14 43-Blizyn				59,0	20,0					57,0
15 42-Gora Ch.	56,7	62,7	14,3							56,7
16 2-Schönwies	52,1	71,7	20,5	33,3	30,3				54,8	54,0
17 2-Smokevec				36,2	27,7					54,0
18 18-Ienna	53,2	68,1	14,9							53,0
19 52-Strbské Pleso				50,3	18,7					52,1
20 67-Staré Hory		37,6	16,2							37,6
21 46-Vačhava		26,7	22,7							26,7

Tab. III Brusthöhendurchmesser 1971 - Provenienzversuch

Versuchsorte

Rang	Herkunft	50	51	52	53	54	55	56	57	58	Gesamt
		$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2	$\bar{x}(mm)$ S σ^2
1	44-Mala Wés	96,5 28,6	104,4 31,9								101,5
2	58-Deutschlandsg.		90,7 35,1							100,0 34,5	91,1
3	50-K.-Radim				80,7 28,9	94,8 28,7	99,1 23,0	100,9 24,5	95,7 25,5		95,7
4	40-Ruda nad M.	93,8 29,2	96,2 25,8		86,6 27,9	98,2 30,6	95,6 32,9	97,2 29,8	95,7 27,8	99,9 32,1	94,9
5	49-K.-Loučky	90,9 30,3	87,8 29,1		80,1 30,5	98,0 25,7	97,9 27,6	86,7 32,6	96,9 25,9	95,1 27,1	93,2
6	27-Schlitz	88,7 23,3	98,3 20,0		77,3 27,0	100,0 26,4	94,1 32,0	97,5 30,3	95,7 27,6		91,9
7	41-Schönbies	90,1 24,8	91,8 27,0	95,2 27,7		101,2 28,1	97,4 31,4	98,8 31,8	97,0 26,1		94,4
8	57-Gölling		89,3 27,3								89,3
9	37-K.-Albrechtice	90,3 30,2	88,4 29,5	55,4 28,3	85,2 27,7	93,9 30,7	89,7 28,8	95,8 30,2	98,5 25,9	91,1 26,1	90,6
10	9-Lammerau	76,2 26,1	101,3 26,3		81,0 32,3					97,9 26,9	87,6
11	43-Blizyn				83,6 30,4						83,6
12	42-Gora Ch.	79,5 41,1									79,5
13	51-Ciemny Váh	86,3 32,1	83,9 31,8	58,4 27,3	77,0 33,0						82,9
14	47-Blühbachtal	78,2 25,4	90,7 28,0	56,1 37,6							77,9
15	18-Tenna	71,2 35,8								78,4 36,2	76,1
16	54-Bischofswiesen	73,5 31,5	90,6 17,6	33,8 49,7	67,1 40,4						70,4
17	2-Schönwies	63,9 37,1	74,3 23,9	36,8 50,7						95,9 36,5	70,4
18	53-Smokevec		79,6 30,2	46,3 55,6						91,7 31,1	65,3
19	52-Strbské Pleso		77,9 24,9	42,3 54,9	66,3 30,2						63,1
20	57-Staré Hory			43,0 34,5							67,4
21	46-Vaichawa			25,8 68,2							43,0
											76,8

Tab. IV Festmehrerhalt des Massenmittelstammes - Provenienzversuch 1971

V e r s u c h s o r t e

Rang	H e r k u n f t	50 fm	51 fm	53 fm	54 fm	55 fm	56 fm	57 fm	58 fm	Gesamt fm
1	40-Ruda nad M.	0,038	0,038				0,032	0,034	0,033	0,036
2	44-Mala Wiés	0,031	0,041							0,036
3	58-Deutschlandsbg.		0,030						0,033	0,032
4	50-K.-Radim			0,020	0,033	0,040	0,037	0,031		0,032
5	49-K.-Loučky	0,031	0,031	0,020	0,037	0,041	0,027	0,032	0,029	0,031
6	37-K.-Albrechtice	0,030	0,032	0,025	0,035	0,030	0,030	0,031	0,030	0,030
7	28-Schlitz	0,026	0,034	0,016	0,031	0,035	0,036	0,030		0,030
8	39-Zábřeh-D.	0,022	0,032		0,036	0,029	0,030	0,031		0,030
9	57-Gölling		0,029							0,029
10	51-Čierny-Váh	0,026	0,028	0,017						0,024
11	53-Smokovec		0,024							0,024
12	9-Lammerau	0,017	0,030	0,021					0,024	0,023
13	42-Gora Ch.	0,023								0,023
14	43-Bliżyn			0,022						0,022
15	47-Blühnbachtal	0,016	0,028						0,019	0,021
16	18-Tenna	0,019								0,019
17	54-Bischofswiesen	0,016	0,025	0,012					0,019	0,018
18	52-Štrbské Pleso		0,018							0,018
19	2-Schönwies	0,015	0,014	0,012					0,017	0,015

Tab. V Schaffort-Inventarverzeichnis

Rang	Herkunft	1971									
		gerade (1) %	mäßig gekrümmt (3) %	stark gekrümmt (4) %	Rang	merkmalhaft	gerade (1) %	schwach gekrümmt (2) %	mäßig gekrümmt (3) %	stark gekrümmt (4) %	Sonstige %
1	9-Annand	100	0	0	1	1	100	0	0	0	0
2	10-Rölling	100	0	0	2	2	100	0	0	0	0
3	49-R.-Ludov	100	0	0	3	3	100	0	0	0	0
4	40-Ruda nad M.	100	0	0	4	4	100	0	0	0	0
5	18-Schütz	100	0	0	5	5	100	0	0	0	0
6	54-Sieradz	100	0	0	6	6	100	0	0	0	0
7	58-Deutschlandsbg.	100	0	0	7	7	100	0	0	0	0
8	57-Lindenberg	100	0	0	8	8	100	0	0	0	0
9	43-Lindenberg	100	0	0	9	9	100	0	0	0	0
10	38-Lindenberg	100	0	0	10	10	100	0	0	0	0
11	50-K.-Radim	100	0	0	11	11	100	0	0	0	0
12	52-Štrbské Pleso	100	0	0	12	12	100	0	0	0	0
13	46-Valchava	100	0	0	13	13	100	0	0	0	0
14	51-Čierny Váh	100	0	0	14	14	100	0	0	0	0
15	47-Lindenberg	100	0	0	15	15	100	0	0	0	0
16	53-Snokovec	100	0	0	16	16	100	0	0	0	0
17	42-Gora Ch.	100	0	0	17	17	100	0	0	0	0
18	18-Ienna	100	0	0	18	18	100	0	0	0	0
19	44-Lindenberg	100	0	0	19	19	100	0	0	0	0
20	67-Staré Hory	100	0	0	20	20	100	0	0	0	0

Tab. VII Prozentuale Häufigkeiten der Krummungenarten 1971 (gewogene Mittelwerte)

Herkunft	6		50		6		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86		87		88		89		90		91		92		93		94		95		96		97		98		99		100		101		102		103		104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118		119		120		121		122		123		124		125		126		127		128		129		130		131		132		133		134		135		136		137		138		139		140		141		142		143		144		145		146		147		148		149		150		151		152		153		154		155		156		157		158		159		160		161		162		163		164		165		166		167		168		169		170		171		172		173		174		175		176		177		178		179		180		181		182		183		184		185		186		187		188		189		190		191		192		193		194		195		196		197		198		199		200		201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212		213		214		215		216		217		218		219		220		221		222		223		224		225		226		227		228		229		230		231		232		233		234		235		236		237		238		239		240		241		242		243		244		245		246		247		248		249		250		251		252		253		254		255		256		257		258		259		260		261		262		263		264		265		266		267		268		269		270		271		272		273		274		275		276		277		278		279		280		281		282		283		284		285		286		287		288		289		290		291		292		293		294		295		296		297		298		299		300		301		302		303		304		305		306		307		308		309		310		311		312		313		314		315		316		317		318		319		320		321		322		323		324		325		326		327		328		329		330		331		332		333		334		335		336		337		338		339		340		341		342		343		344		345		346		347		348		349		350		351		352		353		354		355		356		357		358		359		360		361		362		363		364		365		366		367		368		369		370		371		372		373		374		375		376		377		378		379		380		381		382		383		384		385		386		387		388		389		390		391		392		393		394		395		396		397		398		399		400		401		402		403		404		405		406		407		408		409		410		411		412		413		414		415		416		417		418		419		420		421		422		423		424		425		426		427		428		429		430		431		432		433		434		435		436		437		438		439		440		441		442		443		444		445		446		447		448		449		450		451		452		453		454		455		456		457		458		459		460		461		462		463		464		465		466		467		468		469		470		471		472		473		474		475		476		477		478		479		480		481		482		483		484		485		486		487		488		489		490		491		492		493		494		495		496		497		498		499		500		501		502		503		504		505		506		507		508		509		510		511		512		513		514		515		516		517		518		519		520		521		522		523		524		525		526		527		528		529		530		531		532		533		534		535		536		537		538		539		540		541		542		543		544		545		546		547		548		549		550		551		552		553		554		555		556		557		558		559		560		561		562		563		564		565		566		567		568		569		570		571		572		573		574		575		576		577		578		579		580		581		582		583		584		585		586		587		588		589		590		591		592		593		594		595		596		597		598		599		600		601		602		603		604		605		606		607		608		609		610		611		612		613		614		615		616		617		618		619		620		621		622		623		624		625		626		627		628		629		630		631		632		633		634		635		636		637		638		639		640		641		642		643		644		645		646		647		648		649		650		651		652		653		654		655		656		657		658		659		660		661		662		663		664		665		666		667		668		669		670		671		672		673		674		675		676		677		678		679		680		681		682		683		684		685		686		687		688		689		690		691		692		693		694		695		696		697		698		699		700		701		702		703		704		705		706		707		708		709		710		711		712		713		714		715		716		717		718		719		720		721		722		723		724		725		726		727		728		729		730		731		732		733		734		735		736		737		738		739		740		741		742		743		744		745		746		747		748		749		750		751		752		753		754		755		756		757		758		759		760		761		762		763		764		765		766		767		768		769		770		771		772		773		774		775		776		777		778		779		780		781		782		783		784		785		786		787		788		789		790		791		792		793		794		795		796		797		798		799		800		801		802		803		804		805		806		807		808		809		810		811		812		813		814		815		816		817		818		819		820		821		822		823		824		825		826		827		828		829		830		831		832		833		834		835		836		837		838		839		840		841		842		843		844		845		846		847		848		849		850		851		852		853		854		855		856		857		858		859		860		861		862		863		864		865		866		867		868		869		870		871		872		873		874		875		876		877		878		879		880		881		882		883		884		885		886		887		888		889		890		891		892		893		894		895		896		897		898		899		900		901		902		903		904		905		906		907		908		909		910		911		912		913		914		915		916		917		918		919		920		921		922		923		924		925		926		927		928		929		930		931		932		933		934		935		936		937		938		939		940		941		942		943		944		945		946		947		948		949		950		951		952		953		954		955		956		957		958		959		960		961		962		963		964		965		966		967		968		969		970		971		972		973		974		975		976		977		978		979		980		981		982		983		984		985		986		987		988		989		990		991		992		993		994		995		996		997		998		999		1000		1001		1002		1003		1004		1005		1006		1007		1008		1009		1010		1011		1012		1013		1014		1015		1016		1017		1018		1019		1020		1021		1022		1023		1024		1025		1026		1027		1028		1029		1030		1031		1032		1033		1034		1035		1036		1037		1038		1039		1040		1041		1042		1043		1044		1045		1046		1047		1048		1049		1050		1051		1052		1053		1054		1055		1056		1057		1058		1059		1060		1061		1062		1063		1064		1065		1066		1067		1068		1069		1070		1071		1072		1073		1074		1075		1076		1077		1078		1079		1080		1081		1082		1083		1084		1085		1086		1087		1088		1089		1090		1091		1092		1093		1094		1095		1096		1097		1098		1099		1100		1101		1102		1103		1104		1105		1106		1107		1108		1109		1110		1111		1112		1113		1114		1115		1116		1117		1118		1119		1120		1121		1122		1123		1124		1125		1126		1127		1128		1129		1130		1131		1132		1133		1134		1135		1136		1137		1138		1139		1140		1141		1142		1143		1144		1145		1146		1147		1148		1149		1150		1151		1152		1153		1154		1155		1156		1157		1158		1159		1160		1161		11	
----------	---	--	----	--	---	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	----	--

Verbreitungs- gebiet	Herkunft	Austellung 1965 (%)					Austellung 1971 (%)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Alpen	2 Schönwies	0,2	16,8	71,4	11,5	0,2	1,2	31,9	53,4	13,5	-
	9 Laumerau	4,4	52,4	40,4	2,8	-	0,4	42,9	52,5	3,6	0,6
	18 Tenna	-	41,4	58,6	-	-	-	46,2	53,8	-	-
	46 Valchawa	-	18,5	64,2	17,3	-	-	69,0	31,0	-	-
	47 Blühnbachtal	0,1	20,9	70,4	8,5	-	1,1	43,1	41,7	9,4	4,7
	54 Bischofwiesen	0,3	21,7	61,6	16,4	-	1,7	48,5	41,3	6,2	2,3
	57 Golling	0,9	23,6	63,2	12,3	-	-	41,2	58,8	-	-
58 Deutschlandsbg.	2,2	33,9	61,7	2,2	-	5,4	56,5	29,7	7,7	0,7	
	$\bar{x}$	1,0	28,6	61,4	8,9	-	1,2	47,4	45,3	5,1	1,0
Sudeten	37 K.-Albrechtice	1,5	30,1	63,6	4,9	-	3,1	31,9	54,2	10,0	0,3
	39 Zábreh-D.	4,1	43,7	45,1	6,8	0,4	0,7	21,7	61,2	14,6	1,8
	40 Ruda nad M.	-	20,4	65,7	13,9	-	1,8	22,9	61,4	13,0	0,7
	49 K.-Loučky	1,0	31,3	60,6	7,0	0,1	1,6	16,4	60,7	1,7	2,6
	50 K.-Radim	1,8	25,9	61,6	10,8	-	1,4	22,1	52,7	22,8	1,0
	$\bar{x}$	1,7	30,3	59,3	8,7	-	1,7	23,0	58,1	15,8	1,4
Karpaten	51 Ćierny Váh	0,4	21,9	67,4	10,3	-	1,8	50,7	42,7	4,0	0,5
	52 Strbské Pleso	0,7	20,8	65,0	13,5	-	1,2	42,7	54,9	0,2	0,7
	53 Smokovec	0,7	26,2	60,0	13,1	-	8,4	54,9	31,4	2,5	2,2
	67 Staré Hory	-	11,7	80,0	8,3	-	-	70,7	27,6	1,7	-
	$\bar{x}$	0,5	20,1	68,1	11,3	-	2,8	54,8	39,1	2,2	1,1
Polen	42 Gora Ch.	0,7	14,3	69,1	16,7	-	-	50,0	42,5	-	7,5
	43 Blizyn	-	3,8	70,2	26,0	-	2,8	27,5	54,2	15,5	-
	44 Mala Wiés	0,8	33,9	61,2	4,1	-	2,5	31,4	65,3	0,8	-
	$\bar{x}$	0,5	17,2	66,7	15,6	-	1,8	36,3	54,0	5,1	2,5
nicht- autochthon	28 Schlitz	1,1	28,3	65,7	4,9	-	1,9	32,8	56,0	7,8	1,5
	$\bar{x}$ gesamt	1,0	25,8	63,2	10,0	-	1,8	40,7	48,9	7,3	1,3

Tab. IX

Prozentuale Anteile der soziologischen Bauklassen 1971 und Pflanzensubstanz (gezogene Mittelwerte)

Herkunft:	50					51					52					53					54					55					56					57					58					Gesamt				
	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang	Baumklasse 1 2 3 4 5	Ab- gang																		
4-Schneewies	50 13 2 1 1 1	14 55 2 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1																			
9-Lammerau	14 44 10 9 3 18	19 52 26 3	20 54 7 7 2 54																																															
18-Tenna	18 39 28 11 4 55																																																	
47-Bühnbach	7 51 35 4 3 19	10 50 28 5 7 23																																																
54-Bischhofe-	14 36 36 8 6 21	14 59 22 5	13 18 49 27 5 1 24																																															
viesen																																																		
57-Gelling	16 53 23 7 1 8																																																	
58-Deutsche- landsberg	14 55 20 10 1 14																																																	
57-K.-Alzen- tice	14 44 22 6 1 1	17 58 19 1 1 1	18 27 10 1 4	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1	13 1 1 1 1 1																			
59-Zäpfen-D.	15 50 17 5 1 1	15 52 16 51 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1																			
40-Roda neu	15 50 17 5 1 1	15 52 16 51 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1	15 1 1 1 1 1																			
49-K.-Lodgic	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18																		
0-K.-Wald																																																		
51-Stern	14 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18																		
52-Strussé Flevo	12 56 20 11 1 16																																																	
53-Saakovec																																																		
42-Gera Ch.	15 35 23 15 12 67																																																	
43-Bilszn																																																		
44-Mala Vies	5 74 12 7 2 53	9 55 22 11 5 46	6 39 45 11 40																																															
45-Zelazna	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18																		
46-Zelazna	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18																		
47-Zelazna	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44 19 12 4 18	15 44																								

Tab. V Prozentualer Anteil der von Lärchenkrebs befallenen Bäume

Herkunft	50 %	V e r s u c h s o r t e							56 %	57 %	58 %
		51 %	52 %	53 %	54 %	55 %					
2-Schönwies	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	1,0	
9-Lammerau	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18-Terra	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
46-Valchawa	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	
47-Blühnbachtal	2,1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
54-Fischhofswiesen	2,1	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
37-Gölling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
58-Deutschlandsberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
37-Krnov-Altbrechlice	-	-	4,3	-	-	0,7	-	-	-	-	
39-Zábřeh-Dubicko	-	0,5	1,8	-	-	-	-	-	-	-	
40-Ruda nad Moravou	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	
43-Krnov-Loučky	2,0	-	-	-	0,2	-	0,5	-	-	-	
53-Krnov-Redín	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
51-Čierny Váh	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
52-Štrbské Pleso	-	0,5	1,7	-	-	-	-	-	-	-	
53-Smokovec	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	
67-Staré Hory	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
42-Gora Chelmonova	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	
43-Blizyn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
44-Mala Wiés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22-Schlitz	-	1,2	-	0,3	0,2	0,6	-	-	-	-	

- X -

Versuchsorte

Nachkommen- schaft	Versuchsorte									
	101 Bad Sooden- Allendorf	102 Meißner	104 Burghaun	105 Cahrenberg	106 Hombressen Abt. 177	107 Hombressen Abt. 182	108 Thiergarten			
	dm	dm	dm	dm	dm	dm	dm	dm	dm	dm
	s%	s%	s%	s%	s%	s%	s%	s%	s%	s%
I. Junkerthal- klone =====										
1. Kreuzungen										
Ju 2 x Ju 1			7,5	24,2	15	27,9	10	9,6	6	
Ju 1 x Ju 2				24,6	14	31,5	18			
Ju 2 x Ju 3				19,5	16	28,2	7			
Ju 3 x Ju 2			8,2	23,8	6	31,3	6	10,8	28	
Ju 2 x Ju 4			7,5	26,2	5	33,8	18	12,6	20	
Ju 4 x Ju 2				23,5	8	34,4	15			
Ju 2 x Ju 5				24,6	20	25,6	4	11,2	18	
Ju 2 x Ju 6				20,9	10	30,6	11			
Ju 6 x Ju 2				22,2	8	29,0	13			
Ju 2 x Ju 7			9,4	23,9	43	34,4	18	12,4	13	
Ju 7 x Ju 2				28,2	6	31,3	21			
Ju 2 x Ju 8				25,2	14	34,4	6			
Ju 8 x Ju 2				22,5	17	32,1	4			
Ju 2 x Ju 9				27,0	14					
Ju 2 x Ju 10			9,9	22,4	4	26,5	2	10,6	9	
Ju 2 x Ju 11				26,9	14	30,8	14			
Ju 1 x Ju 3				23,7	13	35,2	8			
Ju 3 x Ju 4				29,7	14	36,0	12			
Ju 4 x Ju 3				26,1	11	33,5	21			
Ju 3 x Ju 5						30,3	16			
Ju 3 x Ju 6			9,5	24,2	16			11,9	14	
Ju 6 x Ju 3						34,0	13			
Ju 3 x Ju 7				24,3	19	41,2	3			
Ju 7 x Ju 3				29,8	25	39,8	5			
Ju 8 x Ju 3				21,3	8	30,8	22			
Ju 3 x Ju 9				24,2	12					
Ju 3 x Ju 11						31,5	20			

Nachkommen- schaft	101		102		104		105		106		107		108	
	dm	s%	dm	s%	dm	s%	dm	s%	dm	s%	dm	s%	dm	s%
II. <u>Wildeckklone</u>														
1. <u>Kreuzungen</u>														
W1 5 x W1 2							27,8	6	33,0	10			11,5	4
W1 5 x W1 4							25,2	20	24,3	14				
W1 4 x W1 5														
W1 5 x W1 11							27,4	31						
W1 5 x W1 12							28,2	3						
W1 11 x W1 1			15,5	8					29,7	20			9,8	46
W1 4 x W1 11			12,3	23			28,9	19	37,1	12			12,9	19
W1 11 x W1 7									35,9	10			10,9	10
W1 11 x W1 11														
W1 11 x W1 8														
W1 8 x W1 11			8,7	14										
W1 1 x W1 12							27,6	16					13,8	24
W1 12 x W1 2			13,1	14			26,2	24	33,3	20				
W1 12 x W1 4							27,5	13	34,5	14				
W1 4 x W1 12							27,4	19	33,7	17				
W1 12 x W1 7							27,7	13	29,1	24			12,3	12
W1 7 x W1 12			12,2	17									10,7	32
W1 8 x W1 12														
W1 12 x W1 9			11,1	39			29,1	2	40,1	12			11,7	4
W1 9 x W1 12							27,4	21	41,2	7			8,7	18
W1 12 x W1 11														
W1 11 x W1 12														
. Freie Abblüte														
W1 1 1964			12,6	15			23,4	14	26,3	17			11,7	4
W1 2 1964			13,3	7			23,3	16	36,2	12			8,7	18
W1 3 1964							19,5	41	26,7	24				
W1 4 1964			10,3	30			19,1	20	27,6	16				
W1 5 1964			11,7	5									12,0	17
W1 6 1962			11,5	10			25,3	19	31,7	15			12,7	5
W1 7 1962			8,6	24										
W1 7 1964			13,5	13			20,4	16	34,2	8			13,5	11
W1 8 1964							23,0	28	31,5	9			10,0	19
W1 10 1964			14,3	16										
W1 11 1964			9,1	12			24,1	4	35,9	3			11,5	16
W1 12 1964							28,0	8	34,7	8				

Lebenslauf

Am 1.4.1939 wurde ich als Sohn des Angestellten Willy Dietze und seiner Ehefrau Emilie, geb. Lange in Kassel geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule und des staatlich anerkannten, privaten, mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasiums in Willingen/Waldeck legte ich im März 1959 die Reifeprüfung ab. Im Anschluß daran erfolgte ein einjähriger Grundwehrdienst bei der Bundeswehr.

Nach 6-monatiger forstlicher Lehrzeit studierte ich von 1960 bis 1964 in Hann.Münden und München Forstwissenschaft. Mit dem Diplomexamen der Forstlichen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen in Hann.Münden beendete ich das Studium. Von 1964 bis 1967 leistete ich einen Vorbereitungsdienst als Forstreferendar in Hessen ab.

Nach Bestehen der Großen Forstlichen Staatsprüfung im November 1967 wurde ich dem Hessischen Institut für Forstpflanzenzüchtung und dem Forschungsinstitut für Pappelwirtschaft in Hann.Münden als wissenschaftlicher Assistent zugewiesen.

